

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia *poaceae*) en el centro experimental San Francisco”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Enríquez Chiliguano Milton Fernando

TUTOR: MSc. Benavides Rosales Hernán Rigoberto PhD

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Enríquez Chiliguano Milton Fernando con el número de cédula 040182002-2 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia *poaceae*) en el centro experimental San Francisco"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

MSc. Benavides Rosales Hernán Rigoberto PhD

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2025.

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Enríquez Chiliguano Milton Fernando con cédula de identidad número 040182002-2 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, reading "Fernando Enríquez", written over a horizontal line.

Enríquez Chiliguano Milton Fernando

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Enríquez Chiliguano Milton Fernando declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia *poaceae*) en el centro experimental San Francisco" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, reading "Fernando Enríquez", written over a horizontal line.

Enríquez Chiliguano Milton Fernando

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025.

AGRADECIMIENTO

"Cree en ti mismo y en todo lo que eres. Saber que hay algo dentro de ti que es más grande que cualquier obstáculo"

Mi gratitud es profunda y sincera hacia todas aquellas personas e instituciones que, con su apoyo incondicional y guía constante, hicieron posible la culminación de este proyecto de tesis.

A Dios Todopoderoso, por ser mi fuente inagotable de vida, salud, fortaleza e inteligencia, dones esenciales que me permitieron recorrer y culminar con éxito todos los años de mi formación académica. Su guía y bendiciones diarias fueron el motor que impulsó este logro.

De manera especial, mi agradecimiento más profundo está dedicado a mi familia, el pilar fundamental de mi vida:

A mi querido padre, Milton Enríquez, por su amor incondicional, su sacrificio constante y por ser mi ejemplo de perseverancia y esfuerzo.

A mis amados abuelos, Carmela Reina y Manuel Enríquez, cuyo esfuerzo, dedicación, acompañamiento diario y cariño han sido cruciales para forjar el camino de mi vida universitaria y personal. Ellos son la inspiración de este y todos mis logros.

A mi estimado Tutor de Tesis, Hernán Benavides, por su invaluable apoyo, paciencia, dedicación, conocimientos y guía experta a lo largo de todo el proceso de investigación. Su dirección fue clave para la solidez y éxito de este trabajo.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a mis allegados, amigos y compañeros, quienes contribuyeron a crear un entorno favorable, de apoyo mutuo y estímulo intelectual, haciendo que esta etapa fuera más llevadera y enriquecedora.

Enríquez Chiliguano Milton Fernando

DEDICATORIA

Dedico este logro.

A Dios, por ser la luz que ilumina mi camino y la fuente de mi sabiduría y fortaleza.

A la memoria de quienes ya no están, pero que son mi inspiración eterna.

A mis amados abuelos, Carmela Reina y Manuel Enríquez, quienes con su vida me enseñaron el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Su legado es el motor de mis sueños.

A mi padre, Milton Enríquez, y a toda mi familia, por su amor incondicional, su sacrificio constante y por creer en mí desde el primer día. Ustedes son la razón de mi existencia y la meta de cada paso.

Enríquez Chiliguano Milton Fernando

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos específicos	19
1.4.3. Preguntas de Investigación	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. El pasto	25
2.2.1.1. Clasificación taxonómica.....	26
2.2.1.2. Características botánicas	26
2.2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos	26
2.2.2. Fases del cultivo.....	27
2.2.2.1. Fase exponencial.....	27
2.2.2.2. Fase lineal.....	27
2.2.2.3. Fase de senescencia	28
2.2.3. Características morfológicas.....	28
2.2.4. Características agronómicas	28

2.2.5. Siembra del pasto	29
2.2.6. Tipos de siembra	29
2.2.7. Resiembra del pasto	30
2.2.8. Selección de especies de pasto.....	30
2.2.9. Nutrición del pasto	30
2.2.10. Calidad nutricional del pasto.....	31
2.2.11. Tipos de pastos	31
2.2.11.1. Rye grass perenne Astoenergy	32
2.2.11.2. Rye Grass anual Dolomit	33
2.2.11.3. Rye Grass anual Montoro	33
2.2.11.4. Rye Grass hibrido Ibex.....	34
2.2.12. Adaptabilidad	35
2.2.13. Características.....	36
2.2.13.1. Vigor	36
2.2.13.2. Color	36
2.2.13.3. Altura	36
2.2.13.4. Número de hojas	37
2.2.13.5. Materia verde	37
2.2.13.6. Materia Seca	37
III. METODOLOGÍA.....	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	38
3.1.1. Enfoque mixto	38
3.1.2. Tipo de Investigación	38
3.1.2.1. Experimental	38
3.2. HIPÓTESIS.....	39
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	39

3.3.1. Definición de variables	39
3.3.1.1. Variable independiente: Pasto	39
3.3.1.2. Variable Dependiente: Adaptabilidad	39
3.3.2. Operacionalización de variables.....	40
3.4. MÉTODOS PARA UTILIZAR	41
3.4.1. Descripción de variables	41
3.4.2. Fase de campo	43
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS.....	45
4.1.1. Materia Verde.....	45
4.1.1.1. Corte 1- 70 días.....	45
4.1.1.2. Corte 2 – 50 días posterior a la igualación del primer corte	46
4.1.1.3. Corte 3 -40 días posterior a la igualación del segundo corte	47
4.1.2. Materia Seca	48
4.1.2.1. Corte 1 - 70 días.....	48
4.1.2.2. Corte 2 – 50 días posterior a la igualación del primer corte	49
4.1.2.3. Corte 3 – 40 días posterior a la igualación del segundo corte	50
4.1.3. Sumatoria Total De La Producción De Materia Verde Y Materia Seca En 3 Cortes	51
4.1.4. Altura	52
4.1.5. Crecimiento Del Pasto (2,5 Hojas En Días).....	52
4.1.6. Plagas Y Enfermedades	53
4.1.7. Análisis Económico.....	54
4.2. DISCUSIÓN.....	55
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57

5.1. CONCLUSIONES	57
5.2. RECOMENDACIONES	58
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto	26
Tabla 2. Clasificación taxonómica del rye grass perenne Astoenergy	32
Tabla 3. Clasificación taxonómica del Rye Grass anual Montoro y Rye Grass anual Dolomit	34
Tabla 4. Clasificación taxonómica del Rye Grass hibrido Ibex.....	35
Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables	40
Tabla 6. Variables de estudio	41
Tabla 7. Tratamientos de estudio	41
Tabla 8. Características del diseño experimental	44
Tabla 9. Resultados Materia Verde Corte 1	46
Tabla 10. Resultados Materia Verde Corte 2	47
Tabla 11. Resultados Materia Verde Corte 3	48
Tabla 12. Resultados Materia Seca Corte 1	49
Tabla 13. Resultados Materia Seca Corte 2	50
Tabla 14. Resultados Materia Seca Corte 3	51
Tabla 15. Sumatoria total de la producción de materia verde y materia seca en 3 cortes.....	51
Tabla 16. Altura	52
Tabla 17. Crecimiento del pasto (2,5 hojas en días)	53
Tabla 18. Análisis económico	54
Tabla 19. Obtención del Precio por kilogramos de MS (3 cortes).....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tratamientos en parcela	54
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Pre-defensa del TIC	64
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	65
Anexo 3. Cálculo correspondiente en la obtención del Precio por kilogramos de MS (3 cortes).....	67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado "Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia *Poaceae*) en el centro experimental San Francisco", tuvo como finalidad evaluar la adaptabilidad y el rendimiento agronómico de siete variedades de pastos de la familia *Poaceae* bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro Experimental San Francisco, en la provincia del Carchi. Se utilizaron tres cortes a los 70, 50 y 40 días, midiendo altura de planta, tiempo para alcanzar 2,5 hojas, materia verde, materia seca, presencia de plagas y un análisis económico por tratamiento. Los resultados mostraron que las variedades presentaron diferencias significativas en la mayoría de las variables. En el crecimiento inicial, no se encontraron diferencias estadísticas en el tiempo necesario para alcanzar 2,5 hojas ($p > 0,05$), por lo que todas las variedades mostraron un comportamiento similar en la etapa de establecimiento. En altura, Montoro presentó el mayor valor (57 cm). En materia verde, el rendimiento varió entre cortes, pero la mayor producción acumulada se obtuvo con Shogun (20206,67 kg/ha). En materia seca, Shogun también presentó el valor más alto en la sumatoria de los tres cortes (3260,63 kg/ha), consolidándose como el material más productivo. Durante el periodo de evaluación no se registró incidencia de plagas o enfermedades en ninguno de los tratamientos, evidenciando una buena adaptación agronómica. El análisis económico determinó que Shogun fue el tratamiento más eficiente al combinar altos rendimientos de materia seca con un costo por kilogramo competitivo (0,06 USD/kg). Ibex y Boxer también presentaron relaciones inversión–producciones favorables, mientras que Italiano, Montoro y Dolomit mostraron limitaciones productivas.

Palabras clave: adaptabilidad, pastos forrajeros, *Poaceae*, rendimiento agronómico, análisis económico.

ABSTRACT

The present research, titled "Evaluation of the adaptability of four grass varieties (family *Poaceae*) at the San Francisco Experimental Center," aimed to assess the adaptability and agronomic performance of seven grass varieties from the *Poaceae* family under the edaphoclimatic conditions of the San Francisco Experimental Center, located in the province of Carchi. Three harvests were carried out at 70, 50, and 40 days, evaluating plant height, time to reach 2.5 leaves, green forage yield, dry matter yield, pest incidence, and an economic analysis for each treatment. The results showed significant differences among the varieties in most of the evaluated variables. In early growth, no statistical differences were found in the time required to reach 2.5 leaves ($p > 0.05$), indicating that all varieties exhibited similar behavior during the establishment stage. Regarding plant height, Montoro reached the highest value (57 cm). Green forage yield varied across harvests, but Shogun achieved the highest accumulated production (20206.67 kg/ha). Dry matter results also favored Shogun, which obtained the highest total yield across the three harvests (3260.63 kg/ha), consolidating its position as the most productive material. No incidence of pests or diseases was recorded during the evaluation period, demonstrating good agronomic adaptation. The economic analysis determined that Shogun was the most efficient treatment, combining high dry matter yield with a competitive cost per kilogram (0.06 USD/kg). Ibex and Boxer also showed favorable investment–production ratios, whereas Italiano, Montoro, and Dolomit presented productive limitations.

Keywords: adaptability, forage grasses, *Poaceae*, agronomic performance, economic analysis.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el cultivo de pasto se ha convertido a nivel mundial en una alternativa para varias actividades, especialmente para la alimentación de bovinos, esto debido a sus propiedades nutritivas, por tal motivo, se ha identificado que a nivel global cerca del 27% de la superficie terrestre y más del 66% de la superficie agrícola está conformada por el cultivo de pasto, siendo considerados en su hábitat que aporta con la flora y fauna del planeta; de hecho, el pasto ha sido de gran importancia para la preservación de agua y carbono, sin embargo, el cultivo de pasto a nivel mundial han sido afectados por los múltiples cambios climáticos, ocasionando sequías, esto debido a la presión en espacios áridos; por esta razón, el cultivo de pasto se ha tenido que adaptar a diferentes condiciones de suelos y climas (López *et al.*, 2020).

Ahora bien, desde el escenario nacional en el Ecuador gracias a la variedad de los suelos existen varios tipos de pastos que se han adaptado a climas fríos, tropicales y húmedos, siendo cultivados para la alimentación de ganado en su mayoría; por esta razón, existen factores adversos que han limitado su producción, entre estas se encuentran la deforestación y la contaminación de los suelos, por esta razón, adaptar diferentes variedades de pasto se ha convertido en un tema de estudio, visto desde la comunidad científica, debido que han existido clases de pasto que se han perdido por los escasos nutrientes de los suelos (Carlos *et al.*, 2024).

Cabe destacar que la mayor parte del territorio ecuatoriano presenta condiciones ambientales propicias para la producción de pasto, convirtiéndose en alternativas de consumo animal; por esta razón, en las últimas décadas se han establecido nuevos cultivos de pasto, especialmente forrajeros que se han adaptado a las nuevas condiciones ambientales, para ello, la adaptabilidad no solamente depende de las condiciones del suelo, sino de la calidad y disponibilidad de las semillas. En este sentido, la historia ha demostrado que la disponibilidad de semillas forrajeras es puntual para la sustentabilidad sobre los sistemas de explotación de pastos (Villalobos *et al.*, 2016).

El propósito central de este estudio fue evaluar la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (Poaceae) en el Centro Experimental San Francisco (UPEC). La importancia radica en identificar las variedades que se ajustan al clima local, ofreciendo una alternativa viable para el sector agrícola y ganadero, más allá del cultivo tradicional. La metodología partió de la identificación del problema y objetivos, seguido de la fundamentación teórica y un experimento riguroso. Este proceso permitió determinar las variedades con mayor adaptación al suelo carchense y obtener conclusiones objetivas sobre su rendimiento.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el cultivo de pasto a nivel mundial ha sido la principal actividad para la alimentación de ganado en todas sus especies, sin embargo, los cambios climáticos que atraviesa el planeta ha limitado el rendimiento de su cultivo y la adaptabilidad de diferentes variedades, considerándose incluso una amenaza sobre la seguridad alimentaria; desde esta perspectiva, la escasa evaluación del comportamiento de pasto en sus nuevas variedades que son introducidas en el sistema de pastoreo han ocasionado desconocer su rendimiento, más aún, cuando su adaptabilidad depende de una serie de condiciones edafoclimáticas que se presentan en diferentes zonas geográficas, especialmente en medio oriente en donde la condiciones son desfavorables para el cultivo de pasto (Iglesias-Gómez *et al.*, 2022).

En virtud de ello, en América Latina en las últimas décadas se han presentado bajos niveles de rentabilidad y productividad de pasto debido a los efectos generados por los cambios climáticos, en donde han apostado por el cultivo del pasto tradicional dejando atrás la evaluación de diferentes especies y determinar su rendimiento y adaptabilidad en diferentes suelos; en este contexto, los principales efectos adversos en Sudamérica se han presentado por el incremento de temperaturas, escasez de agua o sequía, incluso por la presencia de fenómenos meteorológicos externos que han limitado el cultivo de pasto, siendo la principal opción en la dieta de los bovinos (De Agropecuaria *et al.*, 2021)

Cabe mencionar que el 70% de las áreas de pastoreo cultivadas en América Latina presentan un proceso de degradación, especialmente en países de América Central y Sudamérica, esto es ocasionado por la escasa evaluación de diferentes especies de cultivo, especialmente en adaptabilidad y rendimiento debido al desconocimiento del sector agrícola y la incertidumbre de cultivar variedades de pasto desconocidas, por lo

tanto, a pesar de la existencia de mecanismos tecnológicos que permiten intensificar el cultivo de pasto la alimentación de ganado ha sido un desafío, puesto que este sector ha apostado por la crianza de ganado mediante una dieta balanceado por los escasos en el cultivo de pasto que ocasiona la disminución de la carne, piel, leche y sus derivados (Unidas, 2019).

Ecuador se ha considerado como una región óptima para el cultivo de pasto, especialmente en la Amazonia en donde se ha identificado que el 82% de la superficie se integra los pastizales, sin embargo, la adaptabilidad y propagación de otras especies de pasto es casi nula, esto ha ocasionado que los niveles de producción y productividad sean bajos, debido que la biomasa promedio en el forraje, oscila entre 5 a 8 tMS/ha-1/año-1, esta problemática se presenta por los suelos pobres en nutrientes, e incluso porque los pastos son vulnerables a las enfermedades y plagas (de la Ribera et al., s. f.).

Las condiciones edafoclimáticas del Centro Experimental San Francisco de la provincia del Carchi son favorables para el cultivo y desarrollo de pasto (Peña et al., 2019)., sin embargo, existe una escasa evaluación de adaptabilidad y rendimiento de diferentes variedades, esto ha ocasionado una limitada producción de pasto, puesto que actualmente no existen nuevas especies de forrajes que mantengan un amplia producción de biomasa que se puedan adaptar a las diferentes condiciones climáticas, por tal motivo, los afectados directos son los productores de pasto en la provincia y el sector ganadero quien se encuentra en la constante búsqueda de productos sustitutos al pasto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se pueden adaptar variedades de pastos (familia *poaceae*) en el centro experimental San Francisco ubicado en Huaca, Carchi?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la dieta de los bovinos se ha convertido en un desafío para los ganaderos debido a la inexistencia de variedades de pasto que cumpla con las expectativas y necesidades del sector ganadero (Sosa-Rodríguez et al., 2016)., por tal motivo, el propósito de esta investigación fue evaluar la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia *poaceae*) en el centro experimental San Francisco (UPEC); por lo tanto,

este estudio será significativo por la inexistencia de estudios similares en el sector que contribuya a la evaluación de diferentes pastos y su adaptabilidad en la provincia del Carchi; más aún, cuando esta zona es altamente ganadera.

Desde esta perspectiva, la importancia de esta investigación radica en determinar el nivel de adaptabilidad de diferentes variedades de pasto a las condiciones particulares de la región dado a que al tener pastos que presenten una buena adaptabilidad y una buena producción forrajera es clave para la sostenibilidad al sistema ganadero, debido a que de esta manera aseguramos una dieta constante y nutritiva del ganado convirtiéndose en una opción para la alimentación del ganado y de este modo reducir la dependencia de alimentos externos disminuyendo costos considerables y aumentando la autosuficiencia en sus explotaciones. Debido que actualmente el sector agrícola se encuentra en la constante búsqueda de productos para la alimentación de los bovinos (Garcés Pico, 2017); por esta razón, esta investigación pretende evaluar la adaptabilidad de los pastos en donde se pudo evaluar la Altura hasta alcanzar 2,5 hojas, tiempo para la obtención de 2.5 hojas, materia verde, materia seca, plagas y enfermedades y análisis económico en cada variedad que determine cuál es el pasto que mejor se adapta a las condiciones climáticas de la región.

A demás la adaptación de pastos no solo contribuye al sector ganadero, sino también a un manejo ambientalmente sostenible debido a que al identificar especies resilientes al clima ayudamos significativamente a enfrentar los desafíos de los cambios climáticos, evitando de esta manera la sobreexplotación del suelo, promoviendo de esta manera una producción ganadera más respetuosa y eficiente con el ecosistema (Vanessa *et al.*, 2019). Los beneficiarios directos será el sector ganadero y los agricultores de pasto quienes podrán contar con variedades de pasto alternativos.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia *poaceae*) en el centro experimental San Francisco (UPEC).

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la variedad de pasto que mejor crecimiento (altura, tiempo en la obtención de 2.5 hojas), materia verde y materia seca se obtiene en tres cortes en el centro experimental San Francisco.
- Identificar la variedad de pasto que muestre susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades en los tres cortes en el centro experimental San Francisco.
- Realizar un análisis económico de cada uno de los tratamientos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es la variedad de pasto que mejor crecimiento (altura, tiempo en la obtención de 2,5 hojas), materia verde y materia seca se obtiene en tres cortes en el centro experimental San Francisco?
- ¿Cuál es la variedad de pasto que muestre susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades en los tres cortes en el centro experimental San Francisco?
- ¿Cuál es el análisis económico correspondiente a cada uno de los tratamientos evaluados en el estudio?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la siguiente sección se presentan investigaciones previas que guardan estrecha relación con la problemática abordada en este estudio. En virtud de ello, se expone un compendio de antecedentes científicos que proporcionan un marco de referencia teórico y empírico, permitiendo contextualizar y sustentar la relevancia del presente análisis:

Dentro de este marco, López Inga *et al.* (2021) en su trabajo titulado "Comportamiento agronómico y adaptabilidad de tres variedades de pastos mejorados", cuyo propósito fue evaluar el desempeño agronómico y la adaptabilidad de distintas variedades de pastos mejorados. Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo, con un diseño metodológico de tipo descriptivo y de campo, bajo un esquema experimental y deductivo. Para la experimentación, se empleó un diseño de bloques completamente al azar, considerando 10 tratamientos distribuidos en 3 bloques.

Las especies forrajeras evaluadas en este estudio incluyen *Cynodon dactylon* (Gramilla), *Lolium multiflorum* ecotipo Cajamarquino, *Lolium perenne* tetraploide bianual Austral, *Lolium hybridum* Boxer, *Lolium multiflorum* tetraploide *Magnum*, *Festulolium spp.*, *Dactylis glomerata* var. Mammoth, *Lolium multiflorum* tetraploide anual Jumbo, *Festuca arundinacea* (*Festuca alta*) y *Lolium multiflorum* bianual tetraploide Hércules, todas seleccionadas por su potencial de adaptación a diversas condiciones agroclimáticas, su productividad en biomasa y su valor nutricional en la alimentación animal (Berrocal, 2017). Estudios previos han demostrado que híbridos como *Festulolium spp.* y *Lolium hybridum* poseen alta digestibilidad y resistencia a factores ambientales adversos, mientras que especies como *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* destacan por su tolerancia a sequías y su persistencia en pastizales. La selección de variedades

forrajeras adecuadas resulta fundamental para optimizar la producción de biomasa y mejorar la eficiencia en la alimentación animal, lo que ha sido ampliamente documentado en investigaciones sobre comportamiento agronómico de pastos bajo distintas condiciones edafoclimáticas (Berrocal, 2017). En cuanto a las variables analizadas, se evaluó el rendimiento del forraje verde, el contenido de materia seca y la composición nutricional. La investigación se desarrolló a una altitud de 2850 m.s.n.m.

El análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en todas las variables evaluadas. A través de la prueba de Bonferroni al 5%, se determinó que el Raigrás bianual tetraploide Hércules presentó el mayor rendimiento de forraje verde (26.63 t/ha). En cuanto a la materia seca, la variedad *Dactylis glomerata Mammoth* mostró el porcentaje más elevado (20.21%). Asimismo, la mayor concentración de proteínas se registró en el pasto local (25.52%), mientras que el mayor contenido de fibra cruda correspondió a *Dactylis glomerata Mammoth* (17.68%) (López Inga *et al.*, 2021).

Estos hallazgos sugieren que el Raigrás bianual tetraploide Hércules representa una alternativa viable para sistemas ganaderos en zonas de altitud similar, debido a su destacada producción de forraje. No obstante, la selección varietal debe considerar las necesidades específicas de cada sistema de producción, dado que otras especies pueden proporcionar ventajas en términos de materia seca, contenido proteico y fibra cruda (López Inga *et al.*, 2021).

El empleo de pastos mejorados ha sido ampliamente identificado como un componente esencial para la intensificación sostenible de los sistemas de producción forrajera. Su uso no solo contribuye a incrementar la productividad y competitividad del sector ganadero, sino que también favorece la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación a las variaciones climáticas (Peters *et al.*, 2020).

De hecho, López *et al.*, (2020) en su estudio "Evaluación agro-productiva y adaptativa del pasto *Panicum maximum* CV. Mombaza del cantón El Carmen"; siendo el propósito de este estudio evaluar los efectos de tres edades y la adaptabilidad del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza; para ello, la metodología de esta investigación fue cuantitativo, siendo los tipos de investigación de campo y descriptiva mediante una modalidad experimental; para el experimento se realizó un área de 144 metros

cuadrados que fueron divididos en 24 unidades experimentales bajo tres tratamientos y ocho repeticiones; de hecho, se realizó un bloque al azar y para el análisis estadístico se utilizó infostat. El estudio es experimental y se llevó a cabo a una altitud de 225 m.s.n.m., con el objetivo de analizar las respuestas morfológicas y productivas del pasto Mombaza en función del tiempo de corte. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas en la variable de producción a los 30 días de corte, determinándose que el ancho y el largo de la hoja presentan una adecuada adaptabilidad en dichas condiciones agroclimáticas.

En cuanto al análisis proximal, se identificaron variaciones significativas en el contenido de proteína bruta a los 20 días de corte, lo que sugiere una mayor concentración de este componente en etapas tempranas de crecimiento. Con base en estos hallazgos, se concluye que la variedad Mombaza muestra una respuesta favorable a sistemas de pastoreo o corte en ciclos de 25 días. Sin embargo, al extender el período de corte hasta los 30 días, no se evidenciaron mejoras en los parámetros agro productivos evaluados, lo que indica que este intervalo podría no ser óptimo para la producción forrajera de dicha variedad.

El estudio de Anselmo *et al.*, (2019) en su investigación "Análisis proximal, adaptabilidad y rendimiento de cinco especies nativas con valor forrajero"; dentro de este se evalúa el rendimiento y adaptabilidad de cinco especies nativas con valor forrajero. La metodología fue cuantitativa, descriptiva, experimental y de campo, mediante una modalidad deductiva; cabe mencionar que el experimento se lo realizó en Molinopampa en donde se instalaron parcelas que oscilan sobre los 30 metros cuadrados, en donde se evaluó la altura de la planta hasta los 90 días, el pasto fue cortado sobre el nivel del suelo y se determinó el rendimiento de los pastos. Esta investigación se llevó a Cabo en una altitud de 16 m.s.n.m. Finalmente, se mostró que el porcentaje que corresponde al establecimiento fue el más alto en *T. repens* (89,51%), con respecto a la altura de la planta se identificó que las variedades *mimuloides* y *Philoglossa sp.* Registraron, un crecimiento mayor a los 30 y 60 días, siendo, las variedades con mayores forrajes verdes con (7,46 y 8,04 kg/m²), en relación con el valor nutricional *T. dubium* y *C. clandestinus* determinaron los niveles más altos sobre la fibra y proteína.

La investigación de Cordero y Aguirre (2014) en la Revista Centro Agronómico Tropical denominada: "Evaluación de la adaptabilidad y rendimiento de pastos mejorados en asocio"; para llevar a cabo esta investigación se propuso el objetivo Evaluar el adaptabilidad y el rendimiento de pastos mejorados; por lo tanto, la modalidad de este estudio fue experimental, esto mediante la investigación de campo y descriptiva; desde esta perspectiva, para el experimento se realizan en parcela que fueron divididas, utilizando un arreglo trifactorial, siendo los pastos experimentados Marandú, *Urochloa brizantha* Mombasa, de hecho, se evaluaron variables sobre el rendimiento, valor nutritivo, altura de planta, cantidad de hojas. Lo cual tuvo el experimento en 2560 m.s.n.m. En este sentido, los principales hallazgos de esta investigación se pudo determinar que la variable biomasa ha presentado diferencias significativas; con respecto al valor nutritivo se han establecido porcentaje sobre la proteína cruda; de hecho, en este estudio se pudo identificar que la sombra de los árboles incidido sobre el desarrollo de las plantas de hasta un 60%; también se obtuvo que la reducción de RAFA presente una disminución sobre la biomasa; obteniendo como conclusión que los pastos de estudio producen menos forraje, especialmente cuando presentan su crecimiento bajo una sombra.

Oliva *et al.* (2018), en su trabajo evaluó la adaptabilidad y el rendimiento de *Brachiaria brizantha*, Ray-grass inglés (*Lolium perenne*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*) en Ayabaca, Perú. La investigación, de enfoque cuantitativo, se llevó a cabo a una altitud de 2715 m.s.n.m. bajo un diseño experimental por bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Durante seis meses, se analizaron 12 unidades experimentales en un área total de 120 m², con el fin de determinar el comportamiento productivo de estas especies en condiciones agroecológicas específicas.

Los resultados indicaron que *Brachiaria brizantha* presentó el mayor rendimiento en producción de biomasa, alcanzando 3.9 kg/ha, equivalente a 39 toneladas de materia fresca por hectárea por corte. En segundo lugar, Ray-Grass inglés obtuvo 2.95 kg/ha, con una producción de 29.5 toneladas por hectárea por corte. Por su parte, Trébol blanco registró el menor rendimiento, con 0.98 kg/ha, correspondiente a 9.8 toneladas de materia fresca por hectárea por corte. Estos hallazgos sugieren que *Brachiaria brizantha* es la especie con mayor potencial productivo en las condiciones evaluadas,

lo que la convierte en una alternativa favorable para sistemas de pastoreo en zonas de altitud similar.

La investigación de Hayzel y Zagaceta, (2020) titulada: "Evaluación de la adaptabilidad de alfalfa (*Medicago sativa* L.)", para ello, el objetivo central de esta investigación consistió en analizar la capacidad de adaptación de las especies forrajeras seleccionadas a las condiciones edafoclimáticas del área de estudio de las variedades de alfalfa, por tal motivo, esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, los tipos de investigación fueron descriptivo, de campo y experimental, además de una modalidad deductiva, para el experimento fue importante utilizar un diseño de bloques al azar mediante 3 bloques. Este estudio se llevó a cabo a una altitud de 2225 m.s.n.m. De hecho, se muestran que la variedad CUF101 alcanzó una altura superior con un tamaño promedio de 63,87cm; mientras tanto, la variedad Altiva alcanzó un promedio de 55.05cm, de hecho, se pudo identificar que en la variedad Siriver se ha obtenido un promedio de altura de 58,39cm, también es necesario identificar que las variedades presentaron un 100% de su incidencia en cortes que van desde los 2 hasta los 6, obteniendo como conclusiones que los resultados bajos los presentaron en *Loxostege sticticalis* L y *Acyrtosiphon pisum*, en contraste con las proteínas que no tuvieron alguna diferencia significativa.

Finalmente, Granado, (2021) llevaron a cabo un estudio sobre "el comportamiento agronómico y la adaptabilidad de Pasto sobre diferentes etapas de corte"; para llevar a cabo este estudio se propuso evaluar el comportamiento agronómico y la adaptabilidad del Pasto; con respecto a la metodología tuvo un enfoque cuantitativo, siendo de modalidad descriptiva, de campo y experimental; de hecho, el método utilizado fue deductivo; desde esta perspectiva, para realizar el experimento se lo realizó durante 75 días, las muestras fueron tomadas cada 15 días, para ello, se evaluaron la altura, ancho, número de hojas. Esta investigación se llevó a cabo a una altura de 2815 m.s.n.m. Los principales hallazgos de esta investigación fueron que las variables, ancho, largo y altura mostraron altas diferencias significativas cabe mencionar que sobre el número de hojas a los 75 días se identificó que un total de largo de 86,68 de ancho; mientras tanto, para el ancho se obtuvieron valores de 2,94, en donde se identificó que mediante las edades del corte se presentó mayor producción a los 75 días y un resultado

inferior sobre los 30 días, obteniendo que el pasto Tanzania en un lapso de 75 días tiene mayor presencia de hojas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El pasto

El pasto en la actualidad se ha establecido como “plantas de carácter monocotiledonas, pertenecientes a la familia de los *Poaceae*; por tal motivo, se los puede encontrar en gran parte del ecosistema, siendo pastizales que son formados por comunidades y en la vegetación en las selvas o bosques” (Armengol & Sánchez, 2022, p. 47). De hecho, existen múltiples tipos como los llamados *banbuoideas*, también se han caracteriza por ser pastos de climas fríos y templados, también los pastos secos o de clima tropical; además los llamados *aristidoideas* o húmedos que son conocidos como *panicoideas* (León *et al.*, 2018).

Desde esta perspectiva, los pastos son considerados como una familia perteneciente a las monocotiledóneas; cabe destacar que el tamaño de los pastos varía, puesto que puede ir desde los 2 centímetros hasta los 3 metros de altura que puede llegar el tipo bambú y suelen clasificarse en perennes o anuales; por lo tanto, los órganos vegetativos son el tallo, hojas y la raíz. También es necesario resaltar que el pasto se ha establecido como un aporte fundamental en la alimentación de bovinos; no obstante, en periodo del año la oferta de materia seca no son lo suficiente para satisfacer las necesidades de los animales, especialmente de pastoreo (Fernández *et al.*, 2020).

De hecho, la gestión eficiente de los pastizales es esencial para garantizar una producción adecuada y la salud del ganado (León *et al.*, 2018). Prácticas como el pastoreo rotativo, la selección de especies adaptadas al clima y suelo locales, y el monitoreo constante de la calidad del pasto son fundamentales para optimizar la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos (León *et al.*, 2018).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto

Taxonomía	
Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
División	Magnoliophyta
Familia	Poaceae
Orden	Poales
Especie	<i>L. perenne</i>
Género	<i>Lolium</i>
Nombre científico	<i>Lolium perenne</i>

Fuente: Pusda (2021)

2.2.1.2. Características botánicas

Con respecto a las características botánicas del pasto es considerada de tipo gramínea que “mantiene una fácil adaptabilidad sobre los diferentes tipos de suelos, sin embargo, suelen adaptarse mejor sobre los suelos fértiles y pesados, por lo tanto, suele caracterizarse por una aceptación grande sobre el paladar de los animales” (Lindao, 2020, p. 37). En este sentido, estudios han demostrado que ha existido una germinación, su desarrollo es bueno y vigor que presenta una buena resistencia sobre el pastoreo continuo, esto debido que no mantiene una reducción sobre las plantas que están establecidas.

2.2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

Cabe destacar que el pasto se ha adaptado a diferentes condiciones de climas y suelos, esto ha permitido la producción de materia seca, además de todas las composiciones nutritivas, especialmente en las zonas marginales, en donde se ha identificado que varias especies requieren de mayores insumos, es decir, exigen especies más exigentes en relación de las propiedades en los suelos, puesto que contribuyen en su desarrollo (Apráez et al., 2019). En este sentido, para el cultivo de pasto se requiere de una alta fertilización, especialmente en suelos que mantengan una adecuada drenación con pH que oscilan entre los 5 a 8, de hecho, no puede soportar suelos inundables; con respecto a la altura se ha demostrado que varía entre los 0 hasta los 1500 m.s.n.m. mantiene una precipitación sobre los 1000 mm hasta los 3500 mm anuales (Apráez et al., 2019). Además, en reciente a temperaturas altas, sin embargo,

no mantiene tolerancia sobre la sequía, también es importante deducir que crece bien debajo de arbole, es decir, tolera las sombras.

2.2.2. Fases del cultivo

En relación con las fases del cultivo en el pasto se muestran a continuación:

2.2.2.1. Fase exponencial.

Esta fase se considera la inicial, considerándose según Álvarez (2019) como “un proceso lento, sin embargo, posteriormente se incrementa su forma exponencial por la gran cantidad de células que tienen la capacidad de fortalecer el crecimiento” (p. 36). Por tal motivo, esta fase se caracteriza por la división celular, puesto que existe un incremento del peso conforma a las diferentes etapas de crecimiento.

En este sentido, Álvarez (2019) sostiene que los pastos que suelen entrar en descanso posterior al pastoreo no suelen tener muchas hojas, de hecho, mantiene menor capacidad de producto fotosíntesis, por lo tanto, las plantas tienen un lento crecimiento y por lo general utilizan gran parte de los carbohidratos que se encuentran almacenados sobre la reserva, especialmente en las raíces, coronas, y rizomas.

2.2.2.2. Fase lineal

Considerada como la segunda fase o procedimiento en el cultivo de pasto, en donde según Álvarez (2019) afirma que “el aumento de peso seco tiene mayor constancia, en donde se ha identificado que las plantas tienen mayor cantidad de hojas y su crecimiento es sumamente rápido” (p. 37). Por lo cual, la fotosíntesis suele ser mayor; permitiendo de esta manera almacenar la cantidad de carbohidratos y permite el incremento del peso, longitud y volumen.

Cabe mencionar que frente a este crecimiento se puede identificar que existe un incremento sobre la recuperación de potreros, Álvarez (2019) menciona que la fotosíntesis de la planta es superior sobre la respiración, existiendo la presencia y acumulación de la materia seca según su estado nutricional; de hecho, cuando esta fase finaliza los pastos suelen producir su ara foliar, siendo el espacio para que el forraje sea aprovechado para su consumo.

2.2.2.3. Fase de senescencia

Finalmente, en esta fase el crecimiento vegetativo del pasto Álvarez (2019) señala que "suele detenerse, además la fotosíntesis se disminuye, esto se debe sobre el sombreado, especialmente en las hojas superiores, de hecho, la energía que es capturada se la utiliza sobre la formación de las semillas y la floración" (p. 39). Por tal motivo, este proceso surge sobre la yema apical es transformada, debido que deja de emitir hojas que permita la construcción de una inflorescencia, por tal motivo, las demás yemas suelen quedar latentes y se evidencia la presencia de movimientos en los nutrientes sobre la parte inferior de la planta hasta las estructuras florales, de hecho, la calidad nutritiva baja y la cantidad de materia seca puede presentar una disminución, esto debido a la caída de hojas y el secamiento.

2.2.3. Características morfológicas

Ahora bien en relación a las características morfológicas se han catalogado como una especie perenne, por lo tanto, cuando existe un alto nivel nutricional, humedad y mineral el sistema radicular suele ser fibroso, además de presentar una profundidad que oscila entre los 20 a 25cm, creando de esta manera plantas tiernas que son cespitosas y macolladoras, permiten muy bien la cubierta del suelo con sus hojas envés de forma brillantes, en donde la inflorescencia de la espiga suele ser de 10 a 20 cm (Alava y Jumbo, 2020).

2.2.4. Características agronómicas

Cuando el suelo en temporadas de verán se encuentra humo y fresco los pastos suelen producir cantidades de forraje grandes; mientras tanto, cuando existe un clima templado o frío "se presenta la escasa tolerancia; por lo tanto, el suelo debe caracterizarse y contener una adecuada fertilización, de hecho, su adaptabilidad suele realizar en suelos franco arcilloso que contenga una pH muy cercano sobre la neutralidad" (López *et al.*, 2021, p. 67). Cabe mencionar que el pasto se ha caracterizado por no tolerar inundaciones ni sequías, con respecto a la siembra es necesario que no sobrepaso los 2 cm de profundidad, para ello, los suelos deben ser adecuados y preparados, por tal motivo, es necesario realizar una nutrición inicial fosforada.

Con respecto a su manejo se lo debe realizar bajo un rápido pastoreo que permite adaptar y aprovechar todos los nutrientes, por lo tanto, si existe la presencia de intervalos largos en los pastoreos la sanidad foliar corre peligro debido al ataque de royas, ahora bien, en relación con la sanidad mantiene susceptibilidad a varias enfermedades como la roya negra y amarilla y la presencia de varios virus que pueden limitar la calidad forrajera o un progreso (López *et al.*, 2021). De hecho, cuando el clima es lluvioso o se mantiene un nivel alto de humedad, además de la presencia de climas cálidos pueden presentarse pulgones o incluso enfermedades que son virósicas.

2.2.5. Siembra del pasto

Para la siembra del pasto se utilizan una serie de elementos y procedimientos como se exhiben a continuación:

Siembra: "La semilla del pasto por lo general suele ser comercial, y la calidad depende de varios factores como el nivel de germinación, la pureza y aquella información que se obtiene sobre sus etiquetas" (Armengol & Sánchez, 2022, p. 47).

Material vegetativo: "Los materiales suelen utilizarse sobre varias partes de la planta como cepas, macollas, estacas, entre otras, para ello, es necesario cosechar plantas vigorosas y sanas que cuenten con puntos de crecimiento" (Armengol & Sánchez, 2022, p. 47). De hecho, es necesario mantener una conservación húmeda y fresca que suelen ser cultivadas lo más pronto posible.

2.2.6. Tipos de siembra

El pasto ha adquirido un rol fundamental como cultivo de alta relevancia, especialmente para el alimento de los bovinos, por lo tanto, cuenta con varios tipos de sembrado como se muestra a continuación:

- Siembra tradicional: Este tipo de siembra requiere de mayor cantidad de semillas, puesto que mantiene una dependencia del porcentaje de germinación y la pureza, además en muchas ocasiones la semilla es paletiza, es decir, que se encuentra recubierta por material inerte; por lo tanto, cuando se encuentra paletizado es necesario utilizar mayores cantidades; por esta razón, cuando se realiza este tipo de siembra es necesario mezclar la semilla con café, cascara de arroz o aserrín que permitan una adecuada distribución sobre la parcela (Rivas *et al.*, 2019).

- Siembra en franjas: “En este tipo de siembra los suelos no se los prepara en su totalidad, puesto que solamente se lo siembra en franjas que suelen ser preparadas de manera mecánica o se realizó un control previo con herbicidas” (Rivas *et al.*, 2019, p. 48).
- Siembra en hileras: Con respecto a la siembra en hileras se ha establecido como “una modalidad que requiere menor cantidad de semillas, en donde se suelen emplear sembradores tradicionales” (Rivas *et al.*, 2019, p. 49).

2.2.7. Resiembra del pasto

Con respecto a la resiembra del pasto se ha establecido como el establecimiento de la vegetación forrajera que han sido diseminado con semillas, siendo su propósito el incremento de la producción de forraje, para ello, es necesario realizar un control de la erosión, por tal motivo, la resiembra se ha establecido como una acción que se realiza en algún lugar en donde previamente se encuentre cubierta de plantas forrajeras, es decir, lugar donde se realiza una siembra y suelen quedar espacios descubiertos sin la presencia de la pastura (Rivas *et al.*, 2019).

2.2.8. Selección de especies de pasto

Es importante conocer “las variedades de pasto que se adaptan a los diferentes suelos y las condiciones agroecológicas, además de considerar la disponibilidad y acceso de semillas de buena calidad” (Portillo *et al.*, 2019, p. 54). Por tal motivo, en lugares en donde existan la invasión de malezas altas se requiere de variedades que contengan un gran vigor; conforme a lo anteriormente expuesto, es necesario tener como referencia mezclas de leguminosas y gramíneas.

2.2.9. Nutrición del pasto

Es importante destacar que la mayor parte de los elementos que integran las plantas tienen una procedencia de los suelos que suelen ser absorbidos por medio de las raíces, por esta razón, se puede considerar que entre los principales elementos son el hidrógeno, potasio, carbono, calcio, oxígeno, hierro, magnesio y azufre, de hecho, han existido varios elementos que contienen requisitos menores estableciéndose como microconstituyentes, que son representados por cobre, zinc, manganeso, molibdeno y boro (Amangandi, 2023).

Desde esta perspectiva el nitrógeno suele encontrarse como un nitrato amoniacal, siendo molecular u orgánico, por lo tanto, el fosforo se encuentra presente de manera orgánica e inorgánica, además con respecto al potasio se lo puede encontrar sobre diferentes maneras que pueden ser fijos, solubles e intercambiable; con respecto al hierro es necesario mencionar que se los puede absorber sobre ion ferroso; de hecho, puede ser férrico (Amangandi, 2023). Para ello, mantiene relación sobre el pH de los suelos por tal motivo, si es ácido suele mantener una y favorecer con respecto a la absorción, no obstante, cuando es pH alcalino y neutro suele dificultarse por sus formas insolubles.

2.2.10. Calidad nutricional del pasto

Los pastos mantienen diversa capacidad de proveer una serie de nutrientes que permitan el funcionamiento corporal, crecimiento, mantenimiento y la reproducción de los componentes, por esta razón, deben ser considerados de forma conjunta; desde esta perspectiva, Castro *et al.*, (2021) sostiene que “los pastos tropicales se han caracterizado por poseer una mayor capacidad sobre el aprovechamiento de la radiación solar, por lo tanto, su máxima producción depende de la presencia de un gran aporte del área foliar” (p. 18). Permitiendo de esta manera una alta intercepción de altos niveles sobre la intensidad lumínica; por tal motivo, las vitaminas que están compuestas con orgánicos complejos que son necesarias como un alimento se clasifican en diferentes tipos de vitaminas de carácter liposolubles como la A, K, D, E y la vitamina C, además de ocho vitaminas más que integra el complejo B como el ácido fólico, tiamina, niacina, vitamina B12.

2.2.11. Tipos de pastos

El pasto considerado como el principal canal de nutrientes que mantienen mayores adaptaciones según las necesidades fisiológicas en los bovino y vacunos, por tal motivo, a continuación, se exhiben los diferentes tipos de forrajes:

- Pasturas en rotación con cultivos o permanentes
- Pastos permanentes para corte
- Cereales pequeños en prefloración
- Pastos anuales

- Residuos de la cosecha (Delgado *et al.*, 2023).

2.2.11.1. Rye grass perenne Astoenergy

Este tipo de pasto es considerado como una especie utilizada en el césped que mantiene gran importancia en varias regiones del mundo, se caracteriza por no resistirse a los veranos húmedos y cálidas, además de las noches calidas; por tal motivo, se comporta como una variedad anual, especialmente en regiones que mantienen un clima subtropical, (Estrada, 2022). Este suele ser adaptado y reemplazado por Rye Grass anual que mantienen similares características y se adapta a los diferentes climas fríos e incluso en climas de verano.

Entre las principales características de este tipo de pasto es su rapidez sobre la germinación y el establecimiento, por esta razón, se lo utiliza sobre las mezclas de buena calidad, de hecho, se los utiliza en las resiembras en épocas de invierno, por tal motivo, entre sus características salientes son las variedades para el césped con una hoja fina de color verdoso oscuro y su crecimiento es lento con una mayor densidad de hojas, esto ha permitido que se realice un corte bajo sin causar ninguna afectación en sus plantas, por tal motivo, las variedades que encuentran en Norteamérica con más utilizadas (Estrada, 2022).

Este pasto se suele adaptar a diferentes tipos de suelos, especialmente a los fértiles en donde tiene una mayor adaptabilidad, de hecho, no tolera la sequía y requiere de riesgos artificiales, especialmente cuando se presentan épocas secas; con respecto a la densidad de la siembra, es necesario establecer que mantiene similitud con la altura del corte, puesto que la densidad de la siembra suele ser múltiples o variable; en este sentido, en la resiembra las densidades puede incrementarse de los 5 hasta los 12kg/100m² (Estrada, 2022).

Tabla 2. Clasificación taxonómica del rye grass perenne Astoenergy

Taxonomía	
Reino	Plantae
Familia	Poaceae
Orden	Poales
Especie	<i>L. perenne</i>
Género	<i>Lolium</i>
Nombre científico	<i>Lolium perenne</i>

Fuente: Granado (2021)

2.2.11.2. Rye Grass anual Dolomit

Con respecto a la variedad Rye Grass anual Dolomit se caracteriza por presentar un rendimiento adecuado; el estudio de Posada Ochoa *et al.*, (2013) señala que "de mayor importancia sobre el rendimiento de la materia seca, teniendo una cantidad de 6-10 ton/ha, debido a que la materia verde se da entre 20-28 ton/ha. con énfasis en el rendimiento de la materia seca sobre el primer corte; esto combinado sobre una adecuada resistencia a la roya o a otro tipo de bacterias" (p. 3). Por esta razón, se caracteriza por pertenecer entre los tipos de pastoreo con mayor rendimiento, además de tener una excelente resistencia sobre la roya; de hecho, es adecuada sobre los cultivos con mayor cobertura invernal.

En este sentido, este autor menciona que según este tipo de Rye Grass se ha caracterizado por su alta velocidad sobre la implementación, dando un buen rendimiento a 0-2000 msnm, especialmente sobre los cultivos de verano que mantiene un alto potencial sobre el rebrote; de hecho, se ha caracterizado por una adecuada sanidad de hoja debido a que este Rye Grass obtiene su tercera hoja a los 18-22 días posterior a la siembra. El valor nutritivo con un alto contenido de proteína cruda se da en un porcentaje de 12-14% y presenta una buena digestibilidad. Siendo apto para las resiembras, especialmente en un ciclo intermedio corto, además de permitir una desocupación rápida sobre el lote.

Este tipo de Rye Grass anual, es de ciclo corto, presenta raíces de manera fibrosas que se ubican generalmente de manera superficial, es por esto por lo que a diferencia a otros Rye Grass este se adapta a suelos francos o francos arenosos que presentes una buena retención de humedad y un pH de 5.5 a 7.5, tiende a alcanzar una altura de 30 a 70 cm, presentando hojas de color verde brillante, largas y con una textura suave, de igual manera la dosis relativa de siembra es de 25-30 kg/ha (Navarro-Zamora & Villalobos-Villalobos, 2021).

2.2.11.3. Rye Grass anual Montoro

En relación al Rye Grass anual Montoro se ha considerado una variedad que mantiene un alto nivel productivo de hojas anchas que es típicamente anual, por tal motivo, se caracteriza por poseer un nivel alto de acumulación en su forraje en los dos primeros

cortes; dado a que este pasto se caracteriza por adaptarse habitualmente a climas templados de 0-1800 msnm, además de tener un ciclo productivo con características alargadas, por obtener 18-16 ton/ha de materia verde, obteniendo de esta manera materia seca en una cantidad de 7-9 ton/ha. de hecho, es resistente a fríos, pero vulnerable a sequias o altas temperaturas, de igual manera presenta un rango de 67% de resistencia a la roya. su rebrote suele ser vigoroso que mantiene una alta velocidad, esto posterior a la Re fertilización y es recomendada sobre el planteo de punta; por esta razón, este tipo de Rye Grass suele ser material de alta producción, y un valor nutritivo obteniendo proteína cruda de 13%, buena relación entre fibra y digestibilidad, se caracteriza por ser adaptables, además de mantener una adecuada producción en invierno y su ciclo productivo es largo, obteniendo su tercer hoja aproximadamente entre 18-23 días posterior a la siembra, de igual manera su dosis de siembra varía entre 20-30 kg/ha (Posada Ochoa *et al.*, 2013).

Este tipo de Rye Grass anual presenta un ciclo de vida corto, presenta raíces fibrosas superficiales que se caracterizan por tener una buena capacidad de adaptación a diferentes suelos que presenten buen drenaje y un pH de 5.5 a 7.5, este pasto llega a alcanzar alturas de entre 40 y 80 cm, se caracteriza por poseer hojas largas de una tonalidad verde y una textura áspera (Gonzalez-Ronquillo *et al.*, 2021).

Tabla 3. Clasificación taxonómica del Rye Grass anual Montoro y Rye Grass anual Dolomit

Taxonomía	
Reino	Plantae
Familia	Poaceae
Orden	Poales
Especie	L. multiflorum
Género	Lolium
Nombre científico	Lolium multiflorum

Fuente: (Zakaria *et al.*, 2021)

2.2.11.4. Rye Grass híbrido Ibex

Este tipo de Rye Grass según Alves *et al.*, (2015) afirma que se ha caracterizado por su rendimiento, especialmente en la materia seca, dado a que se obtiene un promedio de 9-12 ton/ha, de igual manera su producción de materia verde es de 22-30 ton/ha, por lo tanto, sobre el portafolio de DSV, IBEX, se ha establecido como un material híbrido que mantiene una fuente de formación en la materia seca; además, el tiempo en

obtener su tercer hoja es a los 19-23 días posterior a la siembra, de igual manera es caracterizado por mantener una eficiente resistencia sobre la roya y su permanencia, de igual motivo es muy tolerante a pastoreo continuo, por tal motivo, esta variedad es cultivada y recomendada a nivel internacional, puesto que su persistencia alta de esta variedad es notable.

Desde esta percepción, Flores *et al.*, (n.d.) manifiesta que entre las principales características de este tipo es su adaptabilidad sobre los 0 a 2200 metros sobre el nivel del mar, además de por la densidad de su siembra que oscila entre los 25 a 30 kilogramos por cada hectárea. Contiene un alto nivel de proteína cruda dando un porcentaje de 12-14%, que comúnmente se lo utiliza como alimentación de los bovinos debido a que presenta una excelente digestibilidad de más de 70%.

Según Posada *et al.*, (2013) este tipo de Rye Grass híbrido es de ciclo intermedio presentando raíces fibrosas, prefiere suelos con buen drenaje con una textura media fina rica en minerales, que posean un pH de 5,5 a 7,0. Su altura oscila entre 40 a 90 cm, presenta hojas verdes con una longitud considerable y una textura suave.

Tabla 4. Clasificación taxonómica del Rye Grass híbrido Ibex

Taxonomía	
Reino	Plantae
Familia	Poaceae
Orden	Poales
Especie	<i>L. hybridum</i>
Género	<i>Lolium</i>
Nombre científico	<i>Lolium hybridum</i>

Fuente: (Manuel & Granado, 2021)

2.2.12. Adaptabilidad

Es importante destacar que la respuesta de los diferentes tipos de pasto pueden adaptarse a las condiciones de los suelos y ambiente, esto según sus características como el vigor, color y a la elevada concentración de clorofila y brillante, lo que favorece una mayor eficiencia fotosintética y un óptimo desarrollo fisiológico, además se identificar si la altura es la adecuada sobre la adaptabilidad, no obstante, existen variedades que no suelen adaptarse a las condiciones y características de los suelos, puesto que no favorecen su desarrollo, y las condiciones como altura y colores no cuentan con las características propias de cada especie, es decir, se presenta un color

amarillento y un límite de altura (Molina-Salazar *et al.*, 2024). Desde esta perspectiva, los pastos con alta producción de materia seca muestran mayor plasticidad fenotípica y resiliencia, mientras que los de menor rendimiento evidencian limitada aclimatación y eficiencia fisiológica.

2.2.13. Características

2.2.13.1. Vigor

Se presente al instante de obtener las semillas, permitiendo de esta manera conocer la germinación que puede alcanzar; en este sentido, Beltrán *et al.*, (2020) señala que “los pastos que presenta una germinación elevada suelen mantener un mayor vigor; además del crecimiento de la planta que mantiene relación directa con el vigor y la altura que mantiene una percepción sobre un arraigamiento positivo” (p. 48). Por tal motivo, el vigor se encuentra representado conforme a todos los atributos que tiene la semilla permitiendo de esta manera un eficiente establecimiento de los pastos.

2.2.13.2. Color

Con respecto al color, Beltrán *et al.*, (2020) afirma que mantiene gran dependencia del grado de fertilidad de los suelos, además del manejo del pastoreo y la nutrición de las plantas, por lo tanto, cuando un pasto se adapta a las condiciones de los suelos sus color tienen a ser verdes oscuros o claros en relación a la variedad del brillo; mientras tanto, si el pasto no se adapta el color va hacer con manchas amarillentas o incluso llegan a tomar un color gris, de hecho, esto puede suscitarse por la presencia de enfermedades y plagas, de hecho, en climas fríos puede existir la roya, babosas o pulgones, especialmente en periodos invernales.

2.2.13.3. Altura

Con respecto a la altura se ha establecido como “un indicador eficiente sobre el estado de la cubierta vegetal, la edad o el estado fenológico, esto debido que mantiene una estrecha relación sobre los índices de área foliar” (Huamán, 2021). Por tal motivo, se encuentran inmersos Sobre los atributos productivos o las cualidades fenotípico-productivas sobre la pradera que se encuentra relacionado con la disponibilidad del forraje y la calidad.

2.2.13.4. Número de hojas

En relación a la cantidad de hojas en el pasto es necesario estar pendiente sobre la tercer hoja, permitiendo de esta manera realizar una rotación o corte, esto debido que mediante el surgimiento de la tercer hoja se empieza a perder los nutrientes, además la primera hoja que nace termina su ciclo y empieza a morir, por esta razón, si el pasto es con fines de alimentación bovina es necesario que a partir de la tercer hoja se pueda alimentar debido que en esta etapa surge la mayor cantidad de nutrientes (Huamán, 2021).

2.2.13.5. Materia verde

La materia verde se ha establecido como aquella cantidad toda de la materia que ha sido producto de un forraje, por lo tanto, cuando el pasto es cortado la materia verde suele incluir todos los elementos de la planta que es cosechada, esto puede utilizarse para el consumo directo o en muchas ocasiones se la utiliza para el procesamiento. En este contexto, la cantidad de materia verde que tiene el pasto mantiene dependencia sobre los tipos de suelos en donde ha sido cultivado; de hecho, depende de las intervenciones de siega efectuadas, por tal motivo, cuando se cumple con la fertilización adecuada la producción del pasto suele comprenderse sobre los 81,8 kg*ha⁻¹ sobre el primer corte, mientras tanto, en el segundo corte suele establecerse en 69,5 Kg*ha⁻¹ (Álvarez, 2023).

2.2.13.6. Materia Seca

Cabe destacar que el contenido de materia seca es la extracción del agua que contiene el pasto sobre el estado verde o fresco; para ello, esta acción se la realiza en laboratorios especializados, en donde suele utilizarse una ventilación que oscila desde los 50°C hasta los 104°C; cabe mencionar que este proceso es lento, sin embargo, es importante debido que no permite alterar la composición nutricional de las plantas; por tal motivo, se ha establecido la materia seca como aquella proporción de todos los nutrientes, es decir, carbohidratos, proteínas, fibras, lípidos, entre otros, estos después de eliminar el agua (Ramírez *et al.*, 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1 Enfoque mixto

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una evaluación completa de la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (Poaceae) en el Centro Experimental San Francisco. Desde el componente cualitativo, según Sánchez Flores (2019), se empleó información no numérica para describir características observadas en campo, especialmente la incidencia de plagas y enfermedades y otros aspectos relacionados con el comportamiento agronómico de las variedades. Paralelamente, el componente cuantitativo, conforme a Mollo (2023), utilizó datos numéricos y análisis estadísticos para medir variables productivas como altura para alcanzar 2,5 hojas, tiempo para obtener 2,5 hojas, materia verde y materia seca, además de realizar el análisis económico de los tratamientos. La combinación de ambos enfoques permitió complementar la interpretación descriptiva con resultados medibles y objetivos, fortaleciendo la solidez técnica del estudio.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Experimental

En relación con la investigación experimental, esta se desarrolló en condiciones de campo libre mediante un ensayo de diseño de bloques completamente al azar, facilitando el análisis de las variables de estudio en función de las disposiciones de las unidades experimentales sometidas al protocolo experimental; de hecho, este estudio también utilizó una investigación aplicada puesto que se evaluaron la adaptabilidad de las variables estudiadas.

3.2. HIPÓTESIS

Ho: No existen diferencias significativas en la adaptabilidad de las cuatro variedades de pastos (familia Poaceae) en el centro experimental San Francisco.

H1: Existen diferencias significativas en la adaptabilidad de al menos una de las cuatro variedades de pastos (familia Poaceae) en el centro experimental San Francisco.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de variables

3.3.1.1 Variable independiente: Pasto

El pasto en la actualidad se ha establecido como “plantas de carácter monocotiledonas, pertenecientes a la familia de los Poaceae; por tal motivo, se los puede encontrar en gran parte del ecosistema, siendo pastizales que son formados por comunidades y en la vegetación en las selvas o bosques” (Armengol & Sánchez, 2022, p. 47).

3.3.1.2 Variable Dependiente: Adaptabilidad

Es importante destacar que la respuesta de los diferentes tipos de pasto puede adaptarse a las condiciones de los suelos y ambiente, esto según sus características como el vigor, color, esto debido que, si se presentan un alto vigor y color verde oscuro y brillante, además se identificar si la altura es la adecuada sobre la adaptabilidad (León *et al.*, 2018).

3.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
V.I. Variedades de pasto	Rye Grass perenne Astoenergy		Observación	Ficha de observación y libreta de campo
	Rye Grass anual Dolomit	Días después de la siembra. (dds)	Observación	Ficha de observación y libreta de campo
	Rye Grass anual Montoro		Observación	Ficha de observación y libreta de campo
	Rye Grass híbrido Ibex		Observación	Ficha de observación y libreta de campo
V.D. Adaptabilidad	Altura de la planta		Atura de la planta en cm.	Observación-medición
	Numero de hojas	Cantidad de hojas de cada variedad.	Observación	Ficha de observación y libreta de campo
	Materia verde	Cantidad de gramos de peso fresco por corte.	Observación-pesaje	Ficha de observación, báscula y libreta de campo
	Materia seca	% de materia seca peso inicial – peso seco.	Observación-pesaje	Ficha de observación báscula y libreta de campo
	Plagas y Enfermedades	Presencia de afecciones en el cultivo	Observación	Ficha de observación y libreta de campo
	Análisis económico	Rentabilidad de cada tratamiento	Observación	Ficha de observación y libreta de campo

3.4. MÉTODOS PARA UTILIZAR

Se implemento un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 variedades de pasto estudiadas en donde cada una de estas variedades tendrá su respectivo testigo, dando de este modo 7 tratamientos y 3 repeticiones.

Se obtienen 7 tratamientos debido a que de las 4 variedades de pastos estudiadas 2 de ellas son anuales, lo cual estas tendrán un solo testigo anual, dando de este modo una sumatoria de 7 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 21 unidades experimentales.

El diseño empleado es un diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A.), el cual incorpora variedades seleccionadas como tratamientos, cuyos detalles son los siguientes:

Tabla 6. Variables de estudio

Variedad estudiada	Testigos
V1: Rye grass perenne Astoenergy	V1: Rye grass perenne Boxer (testigo)
V2: Rye Grass anual Dolomit	V2: Rye Grass anual italiano (testigo)
V3: Rye Grass anual Montoro	V3: Rye Grass hibrido Shogun (testigo)
V4: Rye Grass hibrido Ibex	

Tabla 7. Tratamientos de estudio

Tratamiento	Variedad	Nombre científico	Especie
T1	Astoenergy	<i>Lolium Perenne</i>	Rye Grass perenne
T2 (Testigo)	Boxer		
T3	Dolomit	<i>Lolium multiflorum</i>	Rye Grass anual
T4 (Testigo)	Italiano		
T5	Montoro	<i>Lolium multiflorum</i>	Rye Grass anual
T6	Ibex	<i>Lolium Hybridum</i>	Rye Grass híbrido
T7 (Testigo)	Shogun		

3.4.1. Descripción de variables

Datos obtenidos en el terreno: Para la recopilación de los datos evaluativos, se definieron las siguientes variables:

- Altura hasta alcanzar 2,5 hojas
- Tiempo para la obtención de 2.5 hojas
- Materia verde
- Materia seca
- Plagas y enfermedades

- Análisis económico

Altura de la planta: La medición se efectuará 60 días después de la siembra, seleccionando aleatoriamente tres plantas por variedad y sus respectivas repeticiones. A continuación, se utilizará una cinta métrica para medir desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja, registrando las mediciones cada 10 días con el propósito de observar la altura alcanzada cuando la planta presenta 2,5 hojas.

Número de hojas: El recuento de las hojas se llevará a cabo de manera simultánea con la medición de la altura, realizando las evaluaciones cada 10 días a partir de los 60 días postsiembra.

Materia Verde (MV): En el ámbito experimental, se procederá a la recolección de muestras, seguida del almacenamiento en bolsas de polietileno de la cantidad extraída dentro del cuadrante de 25 cm x 25 cm (0,0625 m²), ejecutando tres repeticiones, lo que dará como resultado una superficie total de 0,19 m². Luego, se etiquetarán las muestras para su traslado al laboratorio, donde se procederá a pesarlas en una balanza analítica (kg) durante cada ciclo de cosecha, se procederá a la recolección de datos, los cuales serán posteriormente consignados en el registro pertinente para su posterior procesamiento y cálculo.

Materia Seca (MS): Este procedimiento se realizará mediante el empleo de un horno de microondas. Se tomará una submuestra de 100 g que será depositada en platos de porcelana, junto con un vaso de precipitación que incorporará 50 ml de agua destilada, con el fin de facilitar el proceso de deshidratación mediante la mejora de la transferencia térmica.

En cuanto a plagas y enfermedades, las características agronómicas de los pastos revelan su susceptibilidad a diversas afectaciones bióticas. Específicamente, el pasto es vulnerable a enfermedades como la roya negra y amarilla, además de varios virus que pueden limitar su calidad forrajera o su progreso. La sanidad foliar corre peligro si existen intervalos largos entre pastoreos, lo que puede propiciar el ataque de royas. Además, en climas lluviosos, alta humedad o climas cálidos, se pueden presentar plagas como pulgones. El control y la prevención son esenciales para un manejo adecuado del cultivo y para preservar su calidad nutritiva.

Análisis económico: Este análisis se realizará con el fin de determinar la relación entre los beneficios obtenidos del estudio y los costos asociados, para evaluar su rentabilidad y viabilidad económica.

3.4.2. Fase de campo

Ubicación: La presente investigación se desarrollará en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicado en el cantón Huaca, provincia de Carchi, Ecuador, a una altitud de 2945 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (Bastidas, 2018).

Área: El ámbito de estudio comprendió un área total de 1800 m², que integró tanto parcelas como senderos, con una superficie experimental destinada a las parcelas de 25 m x 6,6 m, lo que equivale a 165 m², en la que se cultivaron 4 variedades de especies forrajeras (familia *poaceae*) y 3 testigos los cuales también son tomados como tratamientos (T1 - Astoenergy, T2 - Boxer, T3 - Dolomit, T4 - Italiano, T5 - Montoro, T4 - Italiano, T6 - Ibex, T7 - Shogun) y 3 repeticiones.

Control de maleza: Se aplicará glifosato junto con un aditivo regulador de pH previo al uso del vehículo tractor.

Preparación de suelos: Para esta labor se utilizará un tractor con gradilla la cual para una buena preparación del terreno se realizará dos pasadas por el terreno debido a la utilización de la gradilla quedo completamente preparado para la siembra.

Delimitación de las parcelas experimentales: Se delinearán con precisión las parcelas experimentales con las dimensiones especificadas de 25 m de ancho por 6,6 m de largo, lo que confiere a cada parcela un área total de 165 m². Las distancias entre tratamientos se establecerán en 1,4 m, y las repeticiones se distribuirán dentro de cada parcela, dividiendo los 165 m² en tres secciones, asignando 55 m² a cada repetición. A continuación, se colocarán postes de madera y cordeles para la delimitación, y se dispondrán los rótulos identificativos en cada unidad experimental y en sus respectivas repeticiones.

Siembra: La siembra se llevará a cabo en el mes de julio de 2024, utilizando un pulverizador manual con manivela para la distribución de semillas. La cantidad de semilla empleada fue de 600 g por tratamiento, alcanzando un total de 4200g para las

21 unidades experimentales, lo que equivale a 4,2 kg por unidad experimental. La dosis estándar para pastos de la familia Poaceae, en condiciones de siembra para una hectárea, oscila entre 10 y 15 kg (Rojas Garcia *et al.*, 2018).

Fertilización: Se procederá a realizar la fertilización de acuerdo con la recomendación implantada por Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (Rodríguez *et al.*, 2013). Se aplicará fertilizante 18-46-0, 15 días posterior a la siembra para favorecer de manera significativa un desarrollo rápido y uniforme de las raíces durante el establecimiento de las variedades y 3 días posterior a cada corte con el propósito de asegurar la disponibilidad adecuada de los nutrientes durante la fase de rebrote inicial.

En la Tabla 8 se detalla el diseño experimental, el cual está compuesto por 21 unidades experimentales distribuidas en 3 replicaciones y 7 tratamientos distintos.

Tabla 8. Características del diseño experimental

Características del Diseño experimental	
Repeticiones	3
Tratamientos:	
T1 Astoenergy	
T2 Boxer	
T3 Dolomit	
T4 Italiano	
T5 Montoro	7
T4 Italiano	
T6 Ibex	
T7 Shogun	
Unidades experimentales	21

Leyenda: La dimensión del área tendrá 1800 m². Donde cada parcela es de 25 m * 6,6 m, con un total de 165 m². Cada parcela tendrá su división de 8,33 * 6,6m con un total de 54,16 m² donde se realizarán las repeticiones.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el presente análisis, se realizó una evaluación de la normalidad de los datos utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, con el propósito de determinar si los datos se ajustan a una distribución paramétrica o no paramétrica. Si los datos eran paramétricos (P-valor > 0,05), se procedió a llevar a cabo un Análisis de Varianza (ANOVA), seguido de una prueba post-hoc de Tukey al 5% para comparar las medias. En el caso de que los datos no cumplieran con los criterios de normalidad (P-valor < 0,05), se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para analizar las diferencias entre los grupos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Materia Verde

4.1.1.1 Corte 1- 70 días

En el primer corte (70 días), los tratamientos T4 y T7 alcanzaron los mayores rendimientos de materia verde con 7780.00 kg/ha y 7756.67 kg/ha, respectivamente, ambos agrupados en el grupo estadístico "A", lo que confirma su superioridad productiva y los posiciona como los materiales de mejor desempeño en esta etapa inicial. En un nivel intermedio se situaron T3 (7700.00 kg/ha) y T2 (7646.67 kg/ha), clasificados dentro del grupo "AB", cuyos valores no difirieron significativamente de los híbridos más productivos, aunque tampoco se diferenciaron de aquellos de menor rendimiento, lo que refleja un comportamiento intermedio.

Por su parte, T1 (7583.33 kg/ha) e T6 (7563.33 kg/ha) se agruparon en la categoría "BC", mostrando rendimientos inferiores a T4 y T7, pero aún superiores al de T5 (7460.00 kg/ha), que registró la menor producción y se clasificó de manera exclusiva en el grupo "C", evidenciando así una clara desventaja frente al resto de tratamientos. El promedio general fue de 7641.43 kg/ha y el coeficiente de variación de 0.78%, lo que indica alta precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos.

La prueba de Tukey evidenció diferencias estadísticas claras entre los materiales, destacando el liderazgo de T4 y T7, así como la baja competitividad de T5. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, ya que existieron diferencias significativas entre los tratamientos en este primer corte, lo que sugiere que ciertos híbridos poseen ventajas productivas tempranas de materia verde bajo las condiciones evaluadas.

Tabla 9. Resultados Materia Verde Corte 1

Tratamiento	Medias (kg/ha)	Grupo
T4 (Italiano/anual-testigo)	7780.00	A
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	7756.67	A
T3 (Dolomit/anual)	7700.00	AB
T2 (Boxer/perenne-testigo)	7646.67	AB
T1 (Astoenergy/perenne)	7583.33	BC
T6 (Ibex/ híbrido)	7563.33	BC
T5 (Montoro/anual)	7460.00	C
X (kg/ha)	7641.43	
CV	0.78 %	

4.1.1.2 Corte 2 – 50 días posterior a la igualación del primer corte

En el segundo corte (120 días), el tratamiento T6 alcanzó el mayor promedio de rendimiento en materia verde con 6163.33 kg/ha, valor que lo ubicó en el grupo estadístico "A" y lo posicionó como el tratamiento más productivo en esta etapa. En contraste, el rendimiento más bajo correspondió a T1, con 6016.67 kg/ha, clasificado en el grupo "D", lo que confirma una diferencia estadísticamente significativa frente a los tratamientos de mayor desempeño. Los tratamientos T2 (6150.00 kg/ha), T5 (6146.67 kg/ha) y T7 (6123.33 kg/ha) se agruparon en la categoría "AB", mostrando rendimientos intermedios y estadísticamente semejantes al mejor tratamiento (T6). Por su parte, T4 (6093.33 kg/ha) se ubicó en el grupo "BC" y T3 (6083.33 kg/ha) en el grupo "C", lo cual indica un comportamiento productivo inferior respecto a los híbridos más destacados.

La prueba de Tukey evidenció una separación clara entre los tratamientos, especialmente por la ubicación exclusiva de T1 en el grupo "D", lo que refleja un rendimiento significativamente menor frente a los demás materiales. El promedio general fue de 6110.95 kg/ha y el coeficiente de variación de 0.34 confirmando la alta precisión experimental y la confiabilidad de los resultados. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, ya que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, sugiriendo que ciertos tratamientos (en particular T6, T2, T5 y T7) presentan un mayor potencial productivo de materia verde bajo las condiciones evaluadas.

Tabla 10. Resultados Materia Verde Corte 2

Tratamiento	Medias (kg/ha)	Grupo
T6 (Ibex/ híbrido)	6163.33	A
T2 (Boxer/perenne-testigo)	6150.00	AB
T5 (Montoro/anual)	6146.67	AB
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	6123.33	AB
T4 (Italiano/anual-testigo)	6093.33	BC
T3 (Dolomit/anual)	6083.33	C
T1 (Astoenergy/perenne)	6016.67	D
X (kg/ha)	6110.95	
CV	0,34%	

4.1.1.3 Corte 3 -40 días posterior a la igualación del segundo corte

En el tercer corte (160 días), el mayor rendimiento de materia verde se registró en el tratamiento T1, con 6426.67 kg/ha, valor que lo ubicó en el grupo estadístico "A" y lo posicionó como el material de mejor desempeño en esta etapa. Le siguió T7 (6326.67 kg/ha), clasificado en el grupo "B", y posteriormente T5 (6310.00 kg/ha) en el grupo "C", con producciones intermedias que, aunque cercanas en valor absoluto, se diferenciaron estadísticamente entre sí.

En un nivel inferior se situó T2 (6240.00 kg/ha) en el grupo "D", mientras que los híbridos T4 (6180.00 kg/ha), T3 (6116.67 kg/ha) e T6 (6113.33 kg/ha) se ubicaron en el grupo "E", evidenciando los rendimientos más bajos y significativamente menores frente a T1. El promedio general de los tratamientos fue de 6244.76 kg/ha y el coeficiente de variación alcanzó 0.28%, lo que confirma la precisión experimental y la confiabilidad de las diferencias observadas.

La prueba de Tukey reflejó una clara separación entre los tratamientos, desde el liderazgo exclusivo de T1 en el grupo "A" hasta la ubicación conjunta de T3 e T6 en el grupo "E", lo que demuestra contrastes productivos notables. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, ya que se identificaron diferencias significativas en el rendimiento de materia verde, indicando que ciertas variedades particularmente T1 presentaron mayor capacidad productiva en este corte, mientras que otras mostraron una disminución evidente de su desempeño bajo las condiciones evaluadas.

Tabla 11. Resultados Materia Verde Corte 3

Tratamiento	Medias (kg/ha)	Grupo A
T1 (Astoenergy/perenne)	6426.67	A
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	6326.67	B
T5 (Montoro/anual)	6310.00	B
T2 (Boxer/perenne-testigo)	6240.00	C
T4 (Italiano/anual-testigo)	6180.00	D
T3 (Dolomit/anual)	6116.67	E
T6 (Ibex/ híbrido)	6113.33	E
X (kg/ha)	6244.76	
CV	0,28%	

4.1.2. Materia Seca

4.1.2.1 Corte 1 - 70 días

En el primer corte de materia seca, realizado a los 70 días, con un porcentaje de humedad del 88-90% en donde se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T7 (930.80 kg/ha), ubicado en el grupo estadístico "A", lo que confirma su superioridad productiva en esta etapa. En segundo lugar, se situó T1 (910.00 kg/ha), también dentro del grupo "A", sin diferencias estadísticas con T7, lo que evidencia un comportamiento competitivo entre ambos materiales.

En un nivel intermedio se posicionó T3 (847.00 kg/ha) en el grupo "C", seguido de T2 (841.13 kg/ha) e T6 (831.97 kg/ha), ambos en el grupo "CD", reflejando rendimientos menores que los tratamientos líderes, pero aún superiores a los de más baja productividad. Por su parte, T4 (816.90 kg/ha) se clasificó en el grupo "D", junto a T6, mientras que el menor rendimiento correspondió a T5 (820.60 kg/ha), igualmente en el grupo "D", confirmando su limitada capacidad productiva en este corte.

El promedio general fue de 857.00 kg/ha y el coeficiente de variación alcanzó 0.79%, lo que refleja una excelente precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos. La prueba de Tukey mostró diferencias claras entre los tratamientos, destacando el liderazgo de T7 y T1 frente a T5 y T4 que presentaron los valores más bajos. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, ya que se identificaron diferencias significativas en el rendimiento de materia seca, lo que indica que ciertas variedades, particularmente T7 y T1, poseen una mayor capacidad productiva bajo las condiciones de este primer corte.

Tabla 12. Resultados Materia Seca Corte 1

Parcela	Medias (kg/ha)	Grupo A
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	930.80	A
T1 (Astoenergy/perenne)	910.00	B
T3 (Dolomit/anual)	847.00	C
T2 (Boxer/perenne-testigo)	841.13	C
T6 (Ibex/ híbrido)	831.97	CD
T5 (Montoro/anual)	820.60	D
T4 (Italiano/anual-testigo)	816.90	D
X (kg/ha)	857.00	
CV	0,79%	

4.1.2.2. Corte 2 – 50 días posterior a la igualación del primer corte

En el segundo corte de materia seca (50 días posterior a la igualación del primer corte), con un porcentaje de humedad del 90% en donde el mayor rendimiento se registró en el tratamiento T7 (1285.90 kg/ha), clasificado en el grupo estadístico "A", lo que lo posiciona como el material de mayor capacidad productiva en esta etapa. Le siguió T1 (1263.50 kg/ha), ubicado en el grupo "B", con un rendimiento elevado, aunque estadísticamente inferior a T7. Posteriormente, T2 (1239.00 kg/ha) se situó en el grupo "C", mostrando un comportamiento intermedio.

En un nivel inferior se encontraron T3 (1216.67 kg/ha) dentro del grupo "D", e T4 (1197.57 kg/ha) en el grupo "E", ambos con rendimientos significativamente menores respecto a los tratamientos líderes. Finalmente, el valor más bajo correspondió a T5 (1106.40 kg/ha), clasificado en el grupo "F", confirmando su escaso potencial productivo en este corte.

El promedio general fue de 1213.27 kg/ha y el coeficiente de variación de 0.79%, lo que demuestra alta precisión experimental y consistencia en los resultados. La prueba de Tukey evidenció una clara diferenciación entre los tratamientos, con una amplia separación estadística desde T7 en el grupo "A" hasta T5 en el grupo "F". Esto confirma la existencia de diferencias significativas en el rendimiento de materia seca, motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula. En este sentido, se resalta la superioridad de T7 y T1, mientras que T5 mostró la menor productividad, lo que indica que ciertos híbridos presentan mayor capacidad de adaptación y aprovechamiento de biomasa bajo las condiciones del segundo corte.

Tabla 13. Resultados Materia Seca Corte 2

Tratamiento	Medias (kg/ha)	Grupo A
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	1285.90	A
T1 (Astoenergy/perenne)	1263.50	B
T6 (Ibex/ híbrido)	1232.67	C
T2 (Boxer/perenne-testigo)	1230.00	C
T3 (Dolomit/anual)	1216.67	D
T4 (Italiano/anual-testigo)	1157.73	E
T5 (Montoro/anual)	1106.40	F
X (kg/ha)	1213.27	
CV	0,35%	

4.1.2.3 Corte 3 – 40 días posterior a la igualación del segundo corte

En el tercer corte de materia seca, con un porcentaje de humedad del 89-90% el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento T7, registrando 1043.93 kg/ha, el cual fue clasificado en el grupo estadístico "A", lo que lo posiciona como el material de mejor desempeño en esta etapa. Le siguió T1 con 1028.27 kg/ha en el grupo "B", con un valor cercano, pero significativamente menor al de T7.

Posteriormente, T2 se ubicó en el grupo "C" con 985.93 kg/ha, mostrando un rendimiento intermedio. A continuación, T6, con 978.13 kg/ha, y T5, con 971.73 kg/ha, se agruparon en los niveles "C D" y "D", respectivamente, evidenciando productividades menores que T7 y T1.

Finalmente, T4 se agrupó en el nivel "E" con 957.93 kg/ha. En el extremo inferior, el híbrido T3 registró el rendimiento más bajo con 917.50 kg/ha, siendo clasificado en el grupo "F", significativamente inferior a T7 y T1.

El promedio general de los tratamientos fue de 983.35 kg/ha, con un coeficiente de variación (CV) de 0.28, lo cual, expresado en porcentaje, es un 28%. Este valor de CV, aunque permite la diferenciación estadística, sugiere una variabilidad considerable en los datos obtenidos.

La prueba de comparación de medias evidenció una separación estadística clara entre los tratamientos, desde el liderazgo de T7 en el grupo "A" hasta el menor valor de T3 en el grupo "F", confirmando la heterogeneidad en la respuesta productiva. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, ya que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, destacando la superioridad de T7 frente a materiales con menor

rendimiento como T3. Estos resultados sugieren que no todos los tratamientos presentan la misma capacidad de producción de materia seca en esta etapa de crecimiento.

Tabla 14. Resultados Materia Seca Corte 3

Tratamiento	Medias (kg/ha)	Grupo A
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	1043,93	A
T1 (Astoenergy/perenne)	1028,27	B
T2 (Boxer/perenne-testigo)	985,93	C
T6 (Ibex/ híbrido)	978,13	C D
T5 (Montoro/anual)	971,73	D
T4 (Italiano/anual-testigo)	957,93	E
T3 (Dolomit/anual)	917,50	F
X (kg/ha)	983,35	
CV	0,28%	

4.1.3. Sumatoria Total De La Producción De Materia Verde Y Materia Seca En 3 Cortes

Tabla 15. Sumatoria total de la producción de materia verde y materia seca en 3 cortes

Variable	Corte 1 (70 días)	Corte 2 (120 días)	Corte 3 (160 días)	Sumatoria	
Materia Verde (kg/ha)	T1	7583,33	6016,67	6426,67	20026,67
	T2	7646,67	6150,00	6240,00	20036,67
	T3	7700,00	6083,33	6116,67	19900
	T4	7780,00	6093,33	6180,00	20053,33
	T5	7460,00	6146,67	6310,00	19916,67
	T6	7563,33	6163,33	6113,33	19839,99
	T7	7756,67	6123,33	6326,67	20206,67
Materia Seca (kg/ha)	T1	910,00	1263,50	1028,27	3201,77
	T2	841,13	1230,00	985,93	3057,06
	T3	847,00	1216,67	917,50	2981,17
	T4	816,90	1157,73	957,93	2932,56
	T5	820,60	1106,40	971,73	2898,73
	T6	831,97	1232,67	978,13	3042,77
	T7	930,80	1285,90	1043,93	3260,63

La tabla resume el mejor desempeño de los siete tratamientos evaluados (T1 a T7) a lo largo de tres cortes productivos, así como en variables de crecimiento y rentabilidad. En términos de Materia Verde (kg/ha), se observó una rotación de liderazgo: T4 dominó el Corte 1 (7780.00 kg/ha), mientras que T6 fue superior en el Corte 2 (6163.33 kg/ha) y T1 se destacó en el Corte 3 (6426.67 kg/ha). Esta dinámica sugiere que la superioridad productiva de los tratamientos varía con la edad del forraje. Por otro lado, la variable Materia Seca (kg/ha) mostró una clara consistencia, con T7 liderando de manera indiscutible los tres cortes, alcanzando su máximo rendimiento en el Corte 2 (1285.90 kg/ha), lo que lo posiciona como el material con mayor capacidad de acumulación de biomasa utilizable.

4.1.4 Altura

En la variable altura de plantas, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). El mayor valor correspondió a T5 (57.00 cm), clasificado en el grupo "A", confirmando su superioridad en crecimiento vertical frente al resto de híbridos. En segundo lugar, se ubicó T7 (56.23 cm) dentro del grupo "AB", con un desempeño cercano a Montoro, pero estadísticamente diferente de los materiales de menor altura.

En un nivel intermedio se situaron T3 (55.57 cm) e T4 (55.53 cm), agrupados en el grupo "BC", lo que indica un comportamiento moderado, sin diferencias respecto a Shogun, pero tampoco superiores a los tratamientos de menor altura. Finalmente, T2 (55.27 cm), T6 (55.10 cm) y T1 (54.99 cm) registraron las menores alturas, ubicándose en el grupo "C", lo que evidencia un desarrollo vertical más limitado en comparación con T5 y T7.

El promedio general fue de 55.67 cm y el coeficiente de variación de 0.49%, lo que refleja una excelente precisión experimental y confiabilidad en los resultados. La prueba de Tukey confirma que, aunque las diferencias numéricas son pequeñas, sí existen diferencias significativas entre tratamientos. En este sentido, se rechaza la hipótesis nula, puesto que no todos los tratamientos se comportaron de la misma manera; algunos como T5 y T7 mostraron mayor vigor en altura, mientras que otros como T1, T6 y T2 tuvieron un crecimiento más reducido.

Tabla 16. Altura

Tratamiento	Medias (cm)	Grupo A
T5 (Montoro/anual)	57.00	A
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	56.23	AB
T3 (Dolomit/anual)	55.57	BC
T4 (Italiano/anual-testigo)	55.53	BC
T2 (Boxer/perenne-testigo)	55.27	C
T6 (Ibex/ híbrido)	55.10	C
T1 (Astoenergy/perenne)	54.99	C
X (cm)	55.67	
CV	0,49%	

4.1.5 Crecimiento Del Pasto (2,5 Hojas En Días)

El análisis del tiempo necesario para que las plantas alcanzaran las 2,5 hojas permite evaluar el desarrollo inicial de los tratamientos aplicados. Los resultados muestran que todos los tratamientos se agrupan dentro del mismo grupo estadístico (A), lo que indica

que no existen diferencias significativas entre ellos en cuanto al número de días requeridos para alcanzar las 2,5 hojas.

En términos prácticos, esto significa que el desarrollo inicial de las distintas variedades de pasto fue estadísticamente comparable, y las pequeñas variaciones observadas en los promedios no reflejan diferencias relevantes en el crecimiento. El promedio general fue de 53,81 días, con un coeficiente de variación de 1,64 %, indicando una variabilidad moderada en el crecimiento inicial entre los tratamientos.

Tabla 17. Crecimiento del pasto (2,5 hojas en días)

Tratamiento	Medias (días)	Grupo
T5 (Montoro/anual)	51,33	A
T3 (Dolomit/anual)	52,00	A
T6 (Ibex/ híbrido)	52,33	A
T4 (Italiano/anual-testigo)	52,67	A
T2 (Boxer/perenne-testigo)	54,33	A
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	55,00	A
T1 (Astoenergy/perenne)	55,00	A
X (días)	53,81	
CV	1,64 %	

4.1.6 Plagas Y Enfermedades

Durante los periodos de corte 1, 2 y 3, se logró identificar que las condiciones climáticas favorables, junto con la humedad y la nutrición adecuadas para las plantas, contribuyeron significativamente al éxito del cultivo. Además, la variedad de pastos estudiada demostró ser resistente a la presencia de insectos, plagas y enfermedades, lo que mejoró su adaptabilidad agronómica. Estas características permitieron que las plantas se desarrollaran de manera óptima, aprovechando al máximo las condiciones ambientales. La ausencia de problemas fitosanitarios fue un factor clave para el buen rendimiento del cultivo, lo que sugiere que esta variedad es ideal para suelos y climas similares. En general, el cultivo mostró una excelente adaptabilidad y resistencia, lo que lo hace una opción prometedora para futuras plantaciones.



Figura 1. Tratamientos en parcela

Nota: Imagen donde se presenta las parcelas en óptimas condiciones.

4.1.7 Análisis Económico

Tabla 18. Análisis Económico

Tratamiento	Precio por tratamiento (USD)	Precio por kilogramos de MS (3 cortes)
T1 (Astoenergy/perenne)	268	0,08
T2 (Boxer/perenne-testigo)	195	0,06
T3 (Dolomit/anual)	120	0,04
T4 (Italiano/anual-testigo)	65	0,02
T5 (Montoro/anual)	120	0,04
T6 (Ibex/ híbrido)	165	0,05
T7 (Shogun/híbrido-testigo)	185	0,06
Abono DAP (18-46-0)	41	
TOTAL (USD)	1504	0,36

El análisis económico evidenció contrastes marcados entre los materiales evaluados al considerar simultáneamente la producción de materia seca y el costo de aplicación de cada tratamiento. El tratamiento T7 (Shogun) registró el mejor desempeño, con una sumatoria de producción de 3260,63 kg MS/ha/3 cortes y un costo de 185 USD, lo que se tradujo en un costo por kilogramo de materia seca de 0,06 USD. Esta combinación de alta productividad y costo moderado posiciona a Shogun como la alternativa más eficiente desde el punto de vista económico.

En un nivel competitivo se ubicaron T2 (Boxer) y T6 (Ibex), cuyos costos fueron de 195 USD y 165 USD, respectivamente. Ambos tratamientos generaron rendimientos superiores a los 3000 kg MS/ha (3057,06 kg y 3042,77 kg), con costos por kilogramo entre 0,05 y 0,06

USD, lo que refleja una relación inversión–producción favorable. Aunque su eficiencia económica es elevada, no alcanzan el rendimiento integral logrado por Shogun.

Los tratamientos T3 (Dolomit) y T5 (Montoro) presentaron costos intermedios (120 USD cada uno) y costos por kilogramo de MS de 0,04 USD. No obstante, sus rendimientos (2981,17 y 2898,73 kg MS/ha) fueron inferiores a los de los tratamientos más eficientes, lo que limitó su competitividad. Esto confirma que un costo unitario bajo no necesariamente garantiza mayor rentabilidad si la producción total no es elevada.

Por su parte, T4 (Italiano) fue el tratamiento de menor costo (65 USD), pero también uno de los de menor producción (2932,56 kg MS/ha), obteniendo el costo por kilogramo más bajo (0,02 USD), aunque sin traducirse en una ventaja económica real debido a su rendimiento limitado. En contraste, T1 (Astoenergy) fue el tratamiento de mayor inversión (268 USD) y presentó el costo por kilogramo más alto (0,08 USD). Sin embargo, su elevada producción (3201,77 kg MS/ha) permitió equilibrar parcialmente este valor, ubicándolo en un nivel medio de eficiencia.

Al incorporar el costo adicional del fertilizante DAP (41 USD), la inversión total ascendió a 1504 USD. Considerando la relación entre costo total y rendimiento, Shogun se consolida como el tratamiento más eficiente, seguido por Ibex y Boxer. En contraste, Italiano, Dolomit y Montoro presentaron limitaciones productivas y económicas al relacionar su rendimiento con sus respectivos costos de tratamiento (Anexo 3).

4.2. DISCUSIÓN

La evaluación de la adaptabilidad de las variedades de pastos de la familia Poaceae en el Centro Experimental San Francisco evidenció una respuesta productiva heterogénea entre los tratamientos, lo que confirma la influencia de la variedad y el ciclo de corte en el rendimiento agronómico. Específicamente, en la producción de Materia Verde (MV), las variedades exhibieron comportamientos contrastantes: mientras Italiano liderará el primer corte con (7780.00 kg/ha), el híbrido Ibex destacó en el segundo corte con 6163,33 kg/ha, demostrando una superior eficiencia en el rebrote. Sin embargo, esta tendencia se invirtió en el tercer corte, donde Astoenergy alcanzó el rendimiento más alto con 6426,67 kg/ha, lo que sugiere su superioridad en la persistencia

productiva. Estas variaciones confirman que la respuesta de cada variedad está determinada por el manejo agronómico y las condiciones edafoclimáticas locales.

Respecto a la Materia Seca (MS), que es el principal indicador de valor nutritivo, el tratamiento Shogun mostró la mayor consistencia a lo largo del estudio liderando los tres cortes, lo que lo consolida como el más eficiente en la acumulación de masa útil. Esta acumulación progresiva contrasta con el bajo rendimiento de Montoro en el segundo corte (1106,40 kg/ha), evidenciando su limitada persistencia bajo estas condiciones. En términos morfológicos, aunque los días para alcanzar 2.5 hojas no mostraron diferencias significativas, la variable Altura sí lo hizo, con Montoro presentando el mayor crecimiento vertical (57.00 cm).

El factor económico resultó determinante para la viabilidad agronómica del estudio. El análisis económico confirmó que el tratamiento Shogun fue el más rentable con 185 USD, combinando un excelente desempeño productivo y eficiencia en la acumulación de masa útil con un alto retorno financiero. En contraste, Italiano fue el menos competitivo con solo 65 USD, lo que subraya el principio de que el menor costo inicial de un material no garantiza la rentabilidad si la productividad forrajera es limitada. Por lo tanto, la selección de pastos en el Carchi debe basarse en el equilibrio entre el rendimiento consistente y la maximización de lo económico.

Finalmente, la investigación destacó la excelente estabilidad sanitaria y agronómica de todas las variedades evaluadas, ya que no se reportó la incidencia de plagas ni enfermedades durante los tres ciclos de corte. Este hallazgo es crucial, pues la resistencia fitosanitaria contribuye directamente a la viabilidad económica y al desarrollo sostenible del sector ganadero local. La evaluación integral de los resultados, que abarca desde la adaptación fenológica hasta la rentabilidad, proporciona una base sólida para la toma de decisiones informada en la planificación de los sistemas de producción forrajera de la provincia.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El análisis del crecimiento y la producción permitió identificar diferencias claras entre los tratamientos. Shogun se posicionó como el material más productivo al liderar simultáneamente la sumatoria total de materia verde (20206,67 kg/ha) y la producción acumulada de materia seca (3260,63 kg/ha), consolidándose como la variedad con mayor capacidad de generación de biomasa utilizable bajo las condiciones del Centro Experimental San Francisco. En contraste, la variedad Montoro mostró el mejor desempeño en crecimiento, destacándose con la mayor altura de planta (57 cm) y el menor tiempo para alcanzar las 2,5 hojas (51,33 días), lo que evidencia un establecimiento más rápido y vigoroso.

Durante el periodo de evaluación no se registró presencia significativa de insectos, plagas o enfermedades en ninguno de los tratamientos. Las condiciones favorables del entorno, junto con el adecuado manejo del cultivo, permitieron que todas las variedades mostraran una alta adaptabilidad y estabilidad agronómica, lo que facilitó su óptimo desarrollo sin requerir medidas fitosanitarias adicionales.

El análisis económico evidenció que Shogun fue el tratamiento más eficiente al combinar una alta producción de materia seca con un costo accesible (0,06 USD/kg MS). Materiales como Ibex y Boxer también presentaron relaciones inversión–producciones favorables, aunque sin superar el rendimiento integral de Shogun. En contraste, variedades como Italiano, Dolomit y Montoro mostraron limitaciones tanto productivas como económicas, mientras que Astoenergy, pese a su elevada producción, obtuvo el costo por kilogramo más alto. Estos resultados consolidan a Shogun como la opción más rentable y productiva para las condiciones evaluadas.

5.2. RECOMENDACIONES

En función de los resultados productivos y el análisis económico, se recomienda a los productores optimizar su sistema de producción mediante la adopción de variedades clave. Se sugiere priorizar la siembra de T7 (Shogun), dada su superior rentabilidad y su liderazgo en la producción de Materia Seca en los tres cortes, convirtiéndose en la opción más apropiada para productores que buscan optimizar una producción estable y sostenible en sus praderas.

Esta variedad se destaca principalmente por su alta producción de materia seca, es decir biomasa utilizable para la alimentación del ganado, garantizando de esta manera una mayor y eficiente disponibilidad de forraje, incluso bajo diferentes condiciones de manejo exigente, de igual manera se prioriza la variedad Shogun como la principal opción para los sistemas ganaderos tanto intensivos como semi-extensivos debido a que en estos sistemas se requiere altos rendimientos y estabilidad nutritiva del forraje.

Su eficiente persistencia a lo largo de los cortes realizados convierte a este pasto como una alternativa estable y confiable, permitiendo un mantenimiento en la productividad durante todo el tiempo de su aprovechamiento. En consecuencia, Shogun contribuye eficazmente a un alto retorno económico, asegurando de esta manera la continuidad de su rendimiento.

Por estas razones, Shogun es principal y especialmente recomendado para aquellos productores que buscan un adecuada sostenibilidad y estabilidad productiva con un mejor aprovechamiento del suelo, optimizando de esta manera la eficiencia del sistema forrajero.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álava Cruz D.A. & Jumbo Romero M.J. (2020): Morfología y componentes fibrosos del pasto Marandú (*Brachiaria brizantha* cv marandú) en época lluviosa, Revista Caribeña de Ciencias Sociales. 5(3), 75-98.
- Alay, A. (2021). comportamiento agronómico del pasto *Panicum maximum* cv. tanzania, en diferentes edades de corte en la comuna San Rafael. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena], Santa Elena-Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7537/1/UPSE-TIA-2022-0001.pdf>
- Álvarez Adán, A. (2019). Variación de los periodos de crecimiento para tres pastos tropicales, bajo los efectos del cambio climático. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 104-113. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000200104&lng=es&tlng=es.
- Álvarez, R., Zaracho, J., & Ortiz, H. (2023). Evaluación de rendimiento de materia verde, materia seca y proteína bruta del pasto elefante *Pennisetum purpureum*, con la aplicación de dos tipos de fertilizantes (orgánico y químico). *COMPENDIO DE CIENCIAS VETERINARIAS*, 13(1), 7-11. <https://revistascientificas.una.py/index.php/comp/article/view/3875>
- Amangandi Sinchipa, O., Román Cárdenas, F., & Ruiz Paspuel, C. F. (2023). Valor nutricional y producción de los principales cultivos forrajeros en el cantón Guaranda – Bolívar - Ecuador. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e192. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e192>
- Apráez, E., Gálvez, A. & Apráez, J. (2019). Factores edafoclimáticos en la producción y calidad del pasto Saboya (*Holcus lanatus* L.) en el Altiplano de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 36(1): 16-32. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.193601.95>
- Armengol López, N. & Sánchez Santana, T. (2022). Análisis bibliométrico de la producción científica de la revista *Pastos y Forrajes*. *Pastos y Forrajes*, 45(5), 145-178. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942022000100006&lng=es&tlng=es.
- Armengol López, N. & Sánchez Santana, T. (2022). Análisis bibliométrico de la producción científica de la revista *Pastos y Forrajes*. *Pastos y Forrajes*, 45 (3), 165-189. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942022000100006&lng=es&tlng=es.

- Bastidas, N. (2021). Análisis de la información científica de adaptabilidad de pastos y fertilización con lactofermentos.[Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi], Latacunga-Ecuador. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b8930471-fbfc-41b2-a079-421a81370bc8/content>
- Beltrán López, S. García Díaz, C. A. Loredo Osti, C. Urrutia Morales, J. H. & Gámez Vázquez, H. G. (2020). "Garrapata Hércules" *Eragrostis superba* (Peyr), variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 304-310. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4391>
- Berrocal, J. (2017). Comportamiento agronómico y composición nutricional de variedades mejoradas de pastos forrajeros bajo distintas condiciones agroclimáticas. *Revista de Producción Agropecuaria*, 32(2), 45-59. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8840950.pdf>
- Calle Mollo, S. (2023). Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1865-1879. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7016
- Castro Rincón, E. Carulla Fornaguera, J. E. & Cárdenas Rocha, E. A. (2021). Calidad nutricional de cinco gramíneas asociadas a *Lotus uliginosus* Schkuhr en el trópico alto de Colombia. *Pastos y Forrajes*, 44(4), 135-156. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100007&lng=es&tlng=es.
- Delgado Schnabel, O. E. Rivera Fernández, R. D. & Farías Delgado, M. G. (2023). Influencia de la condición topográfica de la ladera en el comportamiento productivo de *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs. *Pastos y Forrajes*, 46, (5), 167-189. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942023000100004&lng=es&tlng=es.
- Estrada, S. (03 de octubre de 2022). *Lolium perenne*, características y mantenimiento del raygrass inglés. https://www.semillasdalmau.com/lolium-perenne/?srsltid=AfmBOooVC5EO9Ojgy4-qESXCWoGAp1ZxT3BKLEzfoAMR9b53S9HBMty_
- Granado, C. (2021). Comportamiento agronómico y adaptabilidad de pastos sobre diferentes etapas de corte. [Tesis de maestría, Universidad de Córdoba].
- Fernández Santana, F. Difante, Gelson, S. Costa, Marcone G., E. Neto Araújo, I. (2020). Estructura del pasto, y rendimiento de ovejas suplementadas con diferentes pastos tropicales en la estación seca. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 89-101. Epub 11 de junio de 2020. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.5083>

- Hayzel, M., & Zagaceta, P. (2020). Evaluación de la adaptabilidad de *Medicago sativa* L. en condiciones de altura. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 104-113. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000200104
- Huamán Carrión, M. L. Espinoza Montes, F. Barrial Lujan, A. I., & Ponce Atencio, Y. (2021). Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 83-90. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.010>
- Iglesias-Gómez, J. M., Domínguez-Escudero, J. M. A., Wencomo-Cárdenas, H. B., Olivera-Castro, Y., Toral-Pérez, O. C., & Milera-Rodríguez, M. D. L. C. (2022). Comportamiento agronómico y nutricional de especies mejoradas en un sistema de pastoreo racional Voisin, en Panamá. *Pastos y Forrajes*, 45. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942022000100010&script=sci_arttext
- Jiménez, F. (2022). Evaluación de la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), Ibarra. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Ibarra-Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12620/2/03%20AGP%20335%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pasturas*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
- Lindao, G. (2020). Caracterización morfológica de pasto King Grass "morado" (*Pennisetum purpureum*), en las condiciones edafoclimáticas de Babahoyo. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Los Ríos-Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7995/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000243.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loor, D. M. Vargas, M.S. & Mendoza, M.I. (2019). Evaluación agroproductiva del pasto *Panicum maximum* CV. mombaza en el cantón El Carmen, Manabí-Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*. 3(4), 56-79.
- López Inga, E. Oliva Cruz, M. Huerta Fernández, P. Urrelo Guerra, R., Vásquez Arce, V., & Honorio Acosta, M. (2021). Comportamiento agronómico y composición nutricional de diez variedades de pastos mejorados. *Idesia (Arica)*, 39(2), 131-138. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000200131>
- López Inga, E. Oliva Cruz, M. Huerta Fernández, P. Urrelo Guerra, R. Vásquez Arce, V., & Honorio Acosta, M. (2021). Comportamiento agronómico y composición nutricional de diez variedades de pastos mejorados. *Idesia (Arica)*, 39(2), 131-138. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000200131>
- Molina-Salazar, Cindy Y., Morales-Nieto, Carlos R., Álvarez-Holguín, Alan, Corrales-Lerma, Raúl, & Santellano-Estrada, Eduardo. (2024). Relación de la eficiencia fotosintética, características estomáticas y producción forrajera en poblaciones de pasto banderita. *Revista fitotecnia mexicana*, 47(2), 147-155. Epub 08 de octubre de 2024. <https://doi.org/10.35196/rfm.2024.2.147>

- Ochoa, J. & Yunkor, Y. (2021). El estudio descriptivo en la investigación científica. ACTA JURÍDICA PERUANA, 2(2). Recuperado a partir de <http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224>
- Oliva, M., Meléndez Mori, J. B., Maicelo Quintana, J. L., Milla Pino, M. E., & Leiva, S. (2022). Análisis proximal y rendimiento de cinco especies nativas con valor forrajero. Revista De La Universidad Del Zulia, 13(36), 114-125. <https://doi.org/10.46925//rdluz.36.08>
- Oliva, J., *et al.* (2018). Evaluación de la adaptabilidad y el rendimiento de pastos mejorados en Ayabaca, Perú. Revista Científica Agropecuaria, 7(3), 45-57.
- Pineda, R. (2021). Rye Grass anual Dolomit. Gama verde. <https://www.gamaverde.com/producto/dolomit-italian-ryegrass/+>
- Portillo López, P. A. Meneses Buitrago, D. H. Morales Montero, S. P., Cadena Guerrero, M. M. & Castro Rincón, E. (2019). Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia. Pastos y Forrajes, 42(2), 93-103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000200093&lng=es&tlng=es.
- Pusda, P. (2021). Evaluación de la producción forrajera de siete variedades de Ryegrass Perenne (*Lolium perenne*) en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC, Cantón Huaca, Provincia del Carchi. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. Tulcán-Ecuador. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1028/1/385-PUSD%c3%81%20HUERTAS%20PATRICIA%20LISSETH.pdf>
- Ramírez Ribera, J., Zambrano Burgos, D., Campuzano, J., Verdecia Acosta D., Chacón Marcheco, E., Arceo Benítez, Y., Labrada Ching, J., & Uvidia Cabadiana, H. (2017) El clima y su influencia en la producción de los pastos. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18 (6), 1-12. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420007.pdf>
- Ramírez Villalobos, M. C. Urdaneta Fernández, A. S., Suárez, Hallely, Mercado, W. & Iglesias Gómez, J. M. (2023). Distribución de materia seca, área foliar y calidad nutricional en dos genotipos de *Clitoria ternatea* L.. Pastos y Forrajes, 46 (5), 255-178. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942023000100001&lng=es&tlng=es.
- Ríos, L. (2021). Evaluación del rendimiento y calidad de pastos mejorados en asocio con árboles dispersos de *Guazuma ulmifolia* e (*Acereto*, 2018)n sistemas doble propósito, Los Santos, Panamá. Centro agronómico tropical. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11544/Evaluaci%C3%B3n_del_rendimiento_y_calidad_de_pastos_mejorados.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Rivas Jacobo, M. Sandoval Alvarado, J, Herrera Corredor, A. Marín Sánchez, J. Escalera Valente, F. & Loya Olguín, J. (2019). Evaluación de semilla de pastos cosechados

- en caminos y campos de cultivos. *Abanico veterinario*, 8(1), 36-46. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.81.3>
- Sánchez Flores, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. <https://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Torres, E. (2020). Rye Grass anual Montoro. *Todoagro*. <https://todoagro.com/producto/ryegrass-anual>
- Vera Cedeño, J. C., Villamar Moreira, J. P., Coveña Rengifo, F. A., Rivera Legton, C. A., & Velasquez Zambrano, E. D. (2024). Rendimiento de la Biomasa Verde y Materia Seca del Pasto Saboya (*Megathyrsus Maximus*): Utilizando Diferentes Niveles de Biol Orgánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 1747-1758. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10605
- Montesdeoca Santiana, A. E. (2023). Caracterización de los pastos cultivados en función a los recursos utilizados en la producción agrícola durante la pandemia COVID-19 en el Ecuador.
- Grijalva, J., Espinosa, F., & Hidalgo, M. (1995). *Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador*. INIAP Archivo Histórico. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TnwzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=PASTOS+Y+FORRAJES+DEL+ECUADOR&ots=wGaXoMzL3W&sig=KV3Vawoahex2QqYAVLoseTYtE28>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Pre-defensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Enriquez Chiliguano Milton Fernando	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401820022
PERIODO ACADÉMICO:	2023B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO	DOCENTE TUTOR:	PHD. BENAVIDES ROSALES HERNÁN RIGOBERTO
DOCENTE:	MSC. PEÑA CHAMORRO JULIO JAIRO		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia poaceae) en el centro experimental San Francisco"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	No argumenta el problema que soluciona la investigación
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	
3	METODOLOGÍA	7,00	No aclara la metodología de forma completa
4	RESULTADOS	8,00	Los resultados de costos no es clara
5	DISCUSIÓN	9,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Las conclusiones y recomendaciones se debe realizar en función de los objetivos.
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	9,00	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	Revisar formato de citas, faltas de ortografía y formato

Obteniendo una nota de: 7,60 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el Informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el lunes, 24 de noviembre de 2025

MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO
PRESIDENTE TRIBUNAL

PHD. BENAVIDES ROSALES HERNÁN RIGOBERTO
DOCENTE TUTOR

MSC. PEÑA CHAMORRO JULIO JAIRO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: ENRÍQUEZ CHILIGUANO MILTON FERNANDO				
DATE: Jueves, 4 de diciembre de 2025				
Topic: Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de pastos (familia poaceae) en el centro experimental San Francisco ^o				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,3: GOOD 5 - 6,3: AVERAGE 0 - 4,3: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: ENRÍQUEZ CHILIGUANO MILTON FERNANDO

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 1 de diciembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Jueves, 4 de diciembre de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MARtha VIVEROS
VIVEROS ALMEIDA

MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN

Anexo 3. Cálculo correspondiente en la obtención del Precio por kilogramos de MS (3 cortes)

Tabla 19. Obtención del Precio por kilogramos de MS (3 cortes)

Tratamiento	Precio por tratamiento (USD)	Producción acumulada MS (kg/3 cortes)	Cálculo del precio por kg MS	Precio por kg MS (USD/kg)
T1 (Astoenergy)	268	3.201,77	268 / 3.201,77	0,08
T2 (Boxer)	195	3.057,06	195 / 3.057,06	0,06
T3 (Dolomit)	120	2.981,17	120 / 2.981,17	0,04
T4 (Italiano)	65	2.932,56	65 / 2.932,56	0,02
T5 (Montoro)	120	2.898,73	120 / 2.898,73	0,04
T6 (Ibex)	195	3.042,77	195 / 3.042,77	0,06
T7 (Shogun)	185	3.260,63	185 / 3.260,63	0,06

Fórmula utilizada:

$$\text{Precio por kg de MS (USD/kg)} = \frac{\text{Costo total del tratamiento (USD/ha)}}{\text{Producción acumulada de MS (kg/ha)}}$$

“El precio por kilogramo de materia seca (MS) se calcula dividiendo el costo total del tratamiento entre la producción acumulada de MS de los cortes evaluados. Este indicador permite comparar la eficiencia económica de los tratamientos, donde valores menores reflejan mayor eficiencia y valores mayores mayor costo por unidad de biomasa seca (FAO, 2013; Hernández et al., 2020)”.